

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

LUIZ HENRIQUE BARROS DA SILVA

CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
INVESTIGATIVAS: UMA PERSPECTIVA PARA A ABORDAGEM METODOLÓGICA
DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO

São Cristóvão

2020

Luiz Henrique Barros da Silva

**CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO EM ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: UMA PERSPECTIVA PARA A
ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como etapa para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

.

Orientador: Erivanildo Lopes da Silva

São Cristóvão

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA



**CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO EM ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: UMA PERSPECTIVA PARA A
ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
21 DE FEVEREIRO DE 2020

PROF. DR. ERIVANILDO LOPES DA SILVA

PROF. DR. WELINGTON FRANCISCO

PROFA. DRA. TATIANA SANTOS ANDRADE

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586c Silva, Luiz Henrique barros da
Capacidades de pensamento crítico em atividades
experimentais investigativas: uma perspectiva para a abordagem
metodológica da pesquisa de desenvolvimento / Luiz Henrique
Barros da Silva; orientador Erivanildo Lopes da Silva. – São
Cristóvão, SE, 2020.
128 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Pensamento crítico. 3. Química
(Ensino médio). I. Silva, Erivanildo Lopes, orient. II. Título.

CDU 5:37

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a pessoa mais importante da minha vida, minha mãe Maria Conceição Menezes Barros por ser minha âncora no mundo e abdicar de muitas coisas para que eu tivesse sempre o melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico essa produção a minha mãe que é meu maior combustível para continuar me dedicando aos estudos e que é a razão para que eu sempre esteja almejando vãos mais altos, minhas vitórias sempre terão a assinatura de Maria Conceição Menezes Barros. Agradeço a minha família que sempre se põe ao meu lado e me motiva a ter orgulho das minhas conquistas. Avó, tias, tios, primos, primas, madrinha, meu muito obrigado. Agradeço a minha namorada Jannyne Moreira que em muitos momentos segurou na minha mão e me fez crescer e analisar muitas coisas por outros olhares, hoje sou mais feliz. Agradeço grandemente ao meu orientador Drº Erivanildo Lopes por me acompanhar desde o TCC e me proporcionar valiosas lições a respeito da área de ensino de ciências e promover a criticidade a respeito da ciência na minha formação. Agradeço a minha professora do ensino médio Cristiane Campos por me incentivar a seguir a docência quando o que não me faltavam eram dúvidas, hoje me sinto plenamente feliz e próspero na minha profissão e muitos dos seus ensinamentos ecoam nos meus pensamentos. Agradeço ao meu primeiro orientador Drº João Paulo Mendonça que me recebeu calorosamente na área de ensino e me forneceu todas as bases para crescer enquanto pesquisador e professor. Agradeço a minha eterna professora Drª Eliana Midori que foi minha primeira professora na graduação, e além de ensinar todas as bases da Química e ser a melhor madrinha de formatura se tornou uma amiga importante a qual aprendi importantes lições de humanidade. Agradeço a todos os professores do DQI e do PPGECIMA, em especial a professora Drª Alexandra Epoglou pelas importantes lições aprendidas no fim da graduação. Faço um agradecimento especial aos meus colegas do LaPECi pela construção de conhecimentos compartilhada e pela participação nas validações, em particular a Joedna, Suelaine, Thayná, Sigouveny, Lorena e Renata. Agradeço aos colegas de mestrado por construirmos conhecimentos juntos durante as disciplinas. Agradeço a banca desta pesquisa formada pela professora Drª Tatiana Andrade e pelo professor Drº Welington Francisco pelas preciosas contribuições no refinamento da minha produção. Não poderia deixar de agradecer aos alunos do Colégio Estadual Francisco Rosa pela participação na pesquisa e a professora Suellen Cunha por disponibilizar suas aulas e seu tempo para contribuir com minha pesquisa. Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

Sabe-se que cada vez mais é necessário estimular o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, para contribuir com sua capacidade de tomar decisões conscientes e adquirir posicionamentos construídos com base em ideias sólidas. Essa necessidade se estende não somente em contextos escolares, mas também em contextos fora da vida escolar. Tenreiro-Vieira e Vieira descrevem o Pensamento Crítico como a capacidade de estruturar suas escolhas de forma voluntária e fundamentada em argumentos. Alguns autores defendem que as Atividades Investigativas surgem como uma abordagem que possibilita o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, uma vez que solicitam dos mesmos a tomada de decisão frente à problemas. Considerando esse contexto, esta pesquisa tem como objetivo investigar quais elementos uma Atividade Investigativa precisa apresentar para ser potencialmente mobilizadora de capacidades de Pensamento Crítico. Como rota metodológica para o desenvolvimento das Atividades Investigativas para a promoção de Pensamento Crítico foi adotada a *Design Research*, também conhecida como pesquisa de desenvolvimento. As pesquisas em *design* educacional podem ser entendidas como o conjunto de abordagens de pesquisa que buscam gerar conhecimento sobre problemas da prática educacional aumentando o conhecimento sobre elas. Dessa forma, esta pesquisa adota um sistema de elaboração – validação – reelaboração, em que as validações sucessivas são entendidas como parte do processo de geração de conhecimento sobre o material que se busca desenvolver para atender a um determinado objetivo. Os resultados das validações foram analisados a partir da Análise de Conteúdo. Entre alguns dos resultados alcançados, observou-se que apresentar o problema de investigação a partir de um Caso Investigativo pode ser um mecanismo importante para consolidar o caráter investigativo da atividade, pode-se notar que a partir dos procedimentos adotados na pesquisa foi possível observar indícios de mobilização da capacidade de “Investigar” do Pensamento Crítico. Notou-se também, que embora as atividades tenham sido pensadas para expressarem uma capacidade de Pensamento Crítico as atividades expressam capacidades de diversas áreas.

Palavras-chave: Experimentação investigativa, Pensamento Crítico, Ensino de Química.

ABSTRACT

It is known that it is increasingly necessary to stimulate students' critical and reflective thinking in order to contribute to their ability to make conscious decisions and acquire positions based on solid ideas. This need extends not only in school contexts, but also in contexts outside school life. Tenreiro-Vieira and Vieira describe critical thinking as the ability to structure their choices voluntarily and based on arguments. Some authors argue that investigative activities emerge as an approach that allows the development of students' autonomy, since they ask them to make decisions about problems. Considering this context, this research aims to investigate what elements an Investigative Activity needs to present in order to potentially mobilize Critical Thinking capacities. As a methodological route for the development of investigative activities for the promotion of critical thinking, design research, also known as development research, was adopted. Educational design research can be understood as the set of research approaches that seek to generate knowledge about the problems of educational practice, increasing knowledge about them. Thus, this research adopts a system of elaboration - validation - re-elaboration, in which the successive validations are understood as part of the process of generating knowledge about the material that one seeks to develop to reach a certain objective. The results of the validations were analyzed using Content Analysis. Among some of the results achieved, it was observed that presenting the investigation problem of an Investigative Case can be an important mechanism to consolidate the investigative character of the activity, it can be observed that from the procedures adopted in the research it was possible to observe evidence that mobilizes the ability to "investigate" critical thinking. It was also observed that, although the activities were designed to express a capacity for critical thinking, the activities express capacities in different areas.

Keywords: InvestigativeExperimentation, Critical Thinking, Chemistry Teaching

Lista de quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Níveis de investigação _____ | 17 |
| Quadro 2 – Comparativo de momentos educacionais _____ | 18 |
| Quadro 3 – Etapas da formação de conceitos _____ | 23 |
| Quadro 4 – Taxonomia de Ennis _____ | 27 |
| Quadro 5 – Etapas do <i>design research</i> _____ | 31 |
| Quadro 6- Dados dos testes realizados _____ | 37 |
| Quadro 7 – Interpretação dos testes realizados _____ | 38 |
| Quadro 8 – Relação das AI's com a entrevista _____ | 43 |
| Quadro 9 – Observações do grupo de pesquisa _____ | 44 |
| Quadro 10 – Observações do validador 1 _____ | 48 |
| Quadro 11 – Observações do validador 2 _____ | 49 |
| Quadro 12 – Observações do validador 3 _____ | 51 |
| Quadro 13 – Observações do validador 4 _____ | 53 |
| Quadro 14 – Síntese da colocação dos estudantes _____ | 54 |
| Quadro 15 – Divisão aproximada de tempo da aula _____ | 56 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1. OBJETIVO | 14 |
| 1.1.1. OBJETIVO GERAL | 14 |
| 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 14 |
| 2. APORTES TEÓRICOS..... | 15 |
| 2.1. Considerações sobre as atividades experimentais investigativas no ensino de ciências..... | 15 |
| 2.1.1. Alguns aspectos históricos das atividades experimentais..... | 18 |
| 2.1.2. Bases Sócio-interacionista das atividades investigativas..... | 20 |
| 2.2. Casos investigativos..... | 23 |
| 2.3. Pensamento Crítico no ensino de ciências..... | 25 |
| 3. METODOLOGIA..... | 29 |
| 3.1. Tipo de pesquisa: Design Research..... | 29 |
| 3.2. Condução da pesquisa..... | 33 |
| 3.3. Técnica de análise..... | 33 |
| 3.4. Atividades desenvolvidas..... | 35 |
| 3.4.1. Atividade Investigativa 1..... | 35 |
| 3.4.2. Atividade Investigativa 2..... | 40 |
| 3.4.3. Atividade Investigativa 3..... | 42 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 43 |
| 4.1. Reformulação do primeiro protótipo: grupo de pesquisa | 44 |
| 4.2. Reformulação do primeiro protótipo: Validadores | 47 |
| 4.3. Reformulação do segundo protótipo: Testagem em sala de aula..... | 54 |
| 4.3.1. Delinear investigações..... | 57 |
| 4.3.2. Controle de variáveis..... | 58 |
| 4.3.3. Procurar evidências e contra-evidências..... | 60 |
| 4.3.4. Outras conclusões possíveis..... | 61 |
| 4.4. Protótipo final..... | 63 |

| | |
|---------------------|-----|
| 5. CONCLUSÃO | 72 |
| 6. REFERÊNCIAS..... | 74 |
| APÊNDICE I..... | 77 |
| APÊNDICE II..... | 100 |

1. INTRODUÇÃO

As inspirações para o desenvolvimento dessa pesquisa iniciam-se na minha participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), momento no qual tive contato com a pesquisa em ensino de Química. Durante os 4 anos que participei do programa tive contato principalmente com o desenvolvimento de oficinas temáticas que buscavam utilizar diversas estratégias para ensinar Química. As atividades experimentais me chamaram atenção.

Sendo o PIBID um programa voltado para a formação docente, tive espaço para refletir sobre a prática docente e sobre o ensino enquanto área de pesquisa. Com o passar dos anos pude amadurecer o meu conhecimento sobre atividades experimentais a partir do meu Trabalho de Conclusão de Curso. No mesmo, estudei o caráter investigativo de algumas aulas experimentais divulgadas na revista Química Nova na Escola, com isso compreendi a demarcação existente entre as Atividades Experimentais Investigativas (AEI) e outros tipos de atividades experimentais. O fato das atividades investigativas solicitarem aos alunos o exercício da autonomia frente às tarefas que deveriam ser planejadas e executadas conversa com as perspectivas de construção do conhecimento e desenvolvimento integral do educando nas quais fui formado.

No mestrado surgiu a possibilidade de conhecer uma perspectiva de ensino e pesquisa nomeada Pensamento Crítico, aproximação essa possibilitada a partir do pós-doutoramento do meu orientador. Dessa forma optei em trabalhar no mestrado buscando conhecer como as AEI podem contribuir para mobilizar capacidades do Pensamento Crítico (PC).

As AEI surgem no ensino de ciências em oposição ao ensino puramente pautado na memorização, que abordam conhecimentos já comprovados e sem relevância nem mesmo para a própria lógica científica, as AEI buscam fazer que os alunos se tornem gradativamente mais autônomos à medida que desenvolvem atividades que solicitem tomada de decisões (CARVALHO, 2007; CARVALHO; VIANNA, 2009).

Mesmo os eixos teóricos do meu trabalho estando delineados, ainda era necessário dar maior coerência ao processo metodológico da pesquisa para que existisse diálogo entre seus objetivos e as estratégias de pesquisa adotados. Ainda existia um

espaço vazio entre os pressupostos teóricos e a metodologia da pesquisa, que foi preenchido a partir de uma experiência acadêmica.

O mestrado enquanto espaço que possibilita vivências e ampliação de horizontes pessoais e acadêmicos, me proporcionou participar de um projeto de mobilidade acadêmica (PROMOB). Na minha visão, uma das maiores contribuições do mestrado é de possibilitar essa diversidade de vivências aos pós-graduandos, pois os horizontes pessoais e as concepções de pesquisa vão se aperfeiçoando no processo. Do ponto de vista pessoal, acredito que a mobilidade acadêmica ampliou meus horizontes de pesquisa e me fez compreender melhor a ideia de “paradigma de pesquisa”. Observei na prática que os diversos posicionamentos dos mais variados pesquisadores são um dos principais fatores que produzem a multiplicidade de áreas de pesquisa no Ensino de Ciências. Concluo a reflexão sobre a mobilidade afirmando que tais áreas de pesquisa não devem ser hierarquizadas, pois dentro de seus respectivos contextos, todas apresentam salutar contribuição para a área.

Neste programa pude entrar em contato com um dos eixos estruturadores do meu trabalho, o *design research*. O caminhar de uma pesquisa em *design research* era completamente desconhecido por mim, porém redescobri minha pesquisa em uma organização metodológica bem estruturada e com elementos que atendem aos meus objetivos de pesquisa, características que preencheram o espaço vazio descrito anteriormente.

A pesquisa em *design* pode ser compreendida como o processo de elaboração de uma solução educacional, que pode tratar-se de um material didático, uma atividade pontual, um jogo etc. Não trata-se de uma reprodução de passos predeterminados, muito menos da adoção de uma metodologia estanque que não exige reflexão e inovação por parte do pesquisador. Pelo contrário, a pesquisa em *design* exige que o pesquisador conheça intimamente seu objeto de estudo para criar o caminho metodológico mais adequado para a produção de uma solução educacional específica.

Sendo assim, para produzir uma AEI que mobilize capacidades de PC é necessário conhecer seus respectivos pressupostos teóricos e qual a relevância de se produzir um material didático com essas características, para que a partir daí seja possível construir um caminho metodologicamente adequado para sua produção. Dessa forma, a seguir apresentam-se algumas características e relevância do PC.

Nota-se que a palavra “crítico” permeia a fala de muitos pesquisadores da área e está presente até mesmo nos documentos oficiais (BRASIL, 2002). Porém, o que é um aluno crítico? É possível identificar um aluno crítico? Como?

No ensino de ciências o termo “criticidade” normalmente é usado para se referir à capacidade de um estudante em usar o conhecimento científico em suas decisões, pautando-se em argumentos cientificamente válidos para guiar seus posicionamentos. Nessa perspectiva, atividades que buscam solicitar posicionamentos aos estudantes, que busquem desenvolver autonomia, podem contribuir para o desenvolvimento da criticidade.

Como será explicado com mais detalhes ao decorrer do texto, o pensamento crítico é um tipo de pensamento centrado na tomada de decisões conscientes baseadas em informações válidas, o que passa muitas vezes pela análise da própria validade da informação. Dessa forma, ensinar o PC é uma busca por proporcionar aos estudantes a liberdade de pensamento, a autonomia em suas tomadas de decisão.

A pesquisa em ensino de Ciências utiliza algumas ideias sobre PC as quais o descrevem como a capacidade de tomar decisões conscientes, estando pautado na escolha voluntária e fundamentada em argumentos (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2001). São estudos que apontam para a necessidade de desenvolver estratégias de ensino intencionalmente pensadas para o PC, sendo treinadas em diversos contextos, para que os estudantes tenham a habilidade de transferir as capacidades de PC abordados no ensino de ciências para outros contextos de sua vida.

A polissemia do termo “crítico” causa divergências de posicionamentos e usos diversos dessa palavra, tornando pertinente a busca pela redução da subjetividade de interpretações associadas ao termo citado. Nesse sentido, esta pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: Como uma AEI pode ser potencialmente mobilizadora de capacidades de PC?

Buscou-se com os parágrafos anteriores apresentar o processo de elaboração desta pesquisa até a mesma apresentar a estrutura mostrada nesta dissertação. A partir de agora serão descritos os objetivos delineados nesse processo, para posteriormente serem discutidos os aportes teóricos que sustentam a pesquisa.

1.1. OBJETIVOS:**1.1.1. Geral:**

Construir e validar três atividades investigativas que expressem o descritor “Investigar” da capacidade do Pensamento Crítico de “Fazer e avaliar induções”.

1.1.2. Específicos:

- Compreender as aproximações existentes na literatura sobre o pensamento crítico e as atividades investigativas;
- Identificar quais características uma atividade investigativa precisa apresentar para ser expressar capacidades de Pensamento Crítico.

2. APORTES TEÓRICOS

2.1. Considerações sobre atividades experimentais investigativas no ensino de ciências

Dentro das metodologias para ensinar Química mais discutidas na literatura especializada estão as atividades experimentais. Bassoli (2014) afirma que existe quase que uma unanimidade quando se fala sobre a importância das atividades práticas no ensino de ciências naturais. Para a autora, a execução de aulas experimentais é vista como uma projeção dos métodos reconhecidamente empíricos dessa ciência.

A busca por metodologias que despertem a atenção dos alunos e rompam com o ensino meramente transmissivo que não contribui para a formação cidadã tem movido vários(as) pesquisadores(as) a investigar as atividades experimentais no ensino de ciências.

Os documentos oficiais já apontam para a formação de cidadãos capazes de usar os conhecimentos científicos para explicar problemas do cotidiano. A atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC), prevê que:

A elaboração, a interpretação e aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Portanto, no ensino médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos. (BRASIL, 2018, p. 548)

Com o desenvolvimento das pesquisas em ensino de ciências, o modelo transmissivo pautado na assimilação passiva de informações por parte dos estudantes começou a ser questionado. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (1996, p. 29) apontam que o objetivo básico do ensino de Química para formar o cidadão envolve a “abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente da sociedade, tomando decisões com consciência de suas consequências”.

Segundo Francisco JR (2010), as atividades experimentais ainda vêm sendo tratadas de forma intuitiva e genérica por boa parte dos educadores, podendo ocasionar a disseminação de um uso reducionista da experimentação. Pesquisas como a de Gonçalves e Marques (2006) indicam que poucos textos que discutem atividades experimentais possuem reflexões acerca da natureza da experimentação, exprimindo em sua maioria concepções simplistas. Os autores problematizam em sua pesquisa as características metodológicas, de cunho pedagógico e epistemológico, da

experimentação expressas em textos que discutem aulas experimentais na Química Nova na Escola. Os autores observaram, na análise de 38 artigos, que em alguns trabalhos existe a “Crença na motivação”, ou seja, que as características motivadoras e lúdicas da experimentação prevalecem nos discursos analisados. Destacam que “[...] muitas vezes os alunos não estão “motivados” porque aprendem por meio de experimentos, mas sim por estarem realizando algo que é muito diferente do que normalmente caracteriza a sala de aula de Química” (GONÇALVES; MARQUES, 2006, p. 224).

Alguns autores pensam as atividades investigativas em níveis. A tabela 1 surge a partir de uma reinterpretação da categorização proposta por Anna Maria Pessoa de Carvalho e discutida por Zômpero e Laburú (2011), recentemente discutida por Carvalho (2018) em publicação mais atual. A letra “A” na tabela é utilizada para se referir ao “Aluno”, e a letra “P” é utilizada para referir-se ao “Professor”. Esse referencial de Carvalho (2018) se destaca por discutir de forma sistemática a participação dos alunos em atividades experimentais como fator essencial para a análise do caráter investigativo.

A organização também avança ao considerar a ideia de “Partir do aluno a ação”, representada na tabela 1 por “A/P”. Ou seja, o aluno é quem organiza e delimita como se procederá aquela etapa e o professor assume a postura de orientador da atividade, permitindo ao aluno expor suas visões e estando aberto a mudanças de rumo para a investigação caso seja necessário.

Tabela 1. Releitura da categorização proposta por Carvalho (2018)

| Grau de Liberdade | Problema | Hipóteses | Plano de Trabalho | Obtenção de Dados | Conclusão |
|--------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| Grau I | P | P | P | P | P |
| Grau II | P | A/P | P | P/A | A/P |
| Grau III | P | A/P | P/A | A/P | A/P |
| Grau IV | P | A/P | A/P | A/P | A/P |
| Grau V | A/P | A/P | A/P | A/P | A/P |

Fonte: Autor

No grau I a participação do aluno nas atividades desenvolvidas não existe, é o professor que conduz e executa todas as etapas. Considera-se que neste grau não existe investigação, uma vez que os alunos não são sujeitos ativos na atividade em nenhuma das etapas que constituem uma investigação. O grau I existe para demonstrar como uma

atividade completamente ausente de investigação se comporta a partir das etapas de uma atividade investigativa. Isso se torna relevante para demarcar o comportamento de uma atividade investigativa em relação a uma atividade sem caráter investigativo.

No grau II que o professor é o precursor do problema que será investigado e do plano de trabalho que será utilizado (metodologia). Porém, os alunos participam, junto com o professor, das demais etapas, com atenção especial para o “Levantamento de hipóteses” que se observa quando os alunos executam as ações de tal etapa, e para a “Obtenção dos dados” que o aluno participa com o professor.

Do grau III para o grau IV observa-se um crescente nível de liberdade, principalmente na etapa de elaboração de um plano de trabalho. No grau III o aluno elabora o plano de trabalho junto com o professor. Já no grau IV o aluno elabora o plano sem auxílio do professor, somente em etapas subsequentes o professor pode reorientar alguns aspectos do plano de trabalho.

Com exceção do grau I, todos os outros níveis possuem envolvimento do aluno na etapa de “Conclusão”, momento que existe a retomada dos objetivos iniciais da problemática estudada e os estudantes analisam se o plano de trabalho adotado foi eficaz. Já o grau V é pretendido nos cursos de mestrado e doutorado, pois todas as ações partem do aluno e são executadas por ele (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Borges (2002) mostra que uma atividade de teor investigativo pode ter diferentes níveis de abertura (Quadro 1). No nível 0, não existe investigação a ser desenvolvida, uma vez que todas as informações são fornecidas aos alunos. O problema que será investigado é dado pelo professor, os procedimentos que serão adotados para a resolução do problema também são fornecidos (no âmbito do ensino de Química os procedimentos são entregues na forma de um roteiro que deve ser seguido fielmente) e as conclusões são fornecidas no formato de resultados esperados, sendo que os resultados obtidos empiricamente não devem destoar dos resultados dados pelo roteiro. Caso contrário, existiu erro na execução dos procedimentos.

O nível de investigação aumenta gradualmente à medida que as etapas da investigação são deixadas em aberto, ou seja, quando os alunos vão se tornando sujeitos ativos de sua aprendizagem, sendo instigados a refletir de forma crítica e buscar soluções para os problemas postos em análise.

Quadro 1: Níveis de investigação

| Nível de Investigação | Problemas | Procedimentos | Conclusões |
|-----------------------|-----------|---------------|------------|
| Nível 0 | Dados | Dados | Dados |

| | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Nível 1 | Dados | Dados | Em aberto |
| Nível 2 | Dados | Em aberto | Em aberto |
| Nível 3 | Em aberto | Em aberto | Em aberto |

Fonte: BORGES (2002)

Deve-se compreender que nem todas as atividades experimentais discutidas em uma unidade letiva devem apresentar-se em um alto nível de investigação. As competências necessárias para a resolução de problemas cada vez mais complexos são construídas gradualmente. Não será possível observar o desenvolvimento da autonomia dos alunos apenas em uma atividade. Assim, é pertinente que as tarefas iniciais estejam em um nível mais baixo e gradativamente esse nível seja elevado (BORGES, 2002).

Dado esse preâmbulo, é necessário compreender o contexto de surgimento das atividades experimentais no ensino de ciências e como a percepção de suas potencialidades foi sendo modificada com o tempo.

2.1.1. Alguns aspectos históricos das atividades experimentais

Com o incentivo à educação científica que os Estados Unidos realizaram durante a Guerra Fria, nos anos 60, iniciou-se uma injeção de investimentos na formação científica dos jovens para incentivar o ingresso destes em carreiras científicas. O objetivo era desenvolver uma hegemonia tecnológica em relação às demais nações mundiais.

Esse marco histórico influencia, em partes, as tendências educacionais até os dias de hoje. Porém, os movimentos na educação também são fortemente influenciados pelo contexto social, político e econômico na qual uma nação se encontra, ou até mesmo pela influência de outras nações (KRASILCHIK, 2000). No quadro 2 está mostrado um comparativo entre a perspectiva educacional em diferentes momentos históricos.

Quadro 2: Comparativo entre dois momentos educacionais. Adaptado de Krasilchik (2000)

| TENDÊNCIAS NO ENSINO | SITUAÇÃO MUNDIAL | |
|---|--|--|
| | Guerra Fria (1950) | Globalização (2000) |
| Objetivo do Ensino | Formar elite, Programas Rígidos | Formar cidadão-trabalhador-estudante; Parâmetros curriculares federais |
| Concepção de ciência | Atividade neutra | Atividade com implicações sociais |
| Instituições promotoras de reforma | Projetos curriculares; Associações Profissionais | Universidades; Associações Profissionais |
| Modalidades didáticas recomendadas | Aulas práticas | Jogos: Exercícios no computador |

Observa-se que o ensino pautado em aulas práticas possuía o objetivo de formar para o trabalho, pois estava buscando desenvolver competências técnicas nos estudantes para dar retorno a sua nação na forma de inovações científico-tecnológicas. Para isso, ensinava-se ciência em uma perspectiva indutivista, ou seja, que com observações rigorosas é possível criar explicações generalizadas sobre os fenômenos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Chalmers (2000) apresenta os méritos e deméritos relacionados ao pensamento indutivo. Para o usuário do pensamento indutivo, se um conjunto de observações pode ser corretamente explicado e previsto por uma matriz de conhecimentos, logo, é cientificamente viável aceitar sua validade. Exclusivamente toda observação que esteja acessível aos sentidos humanos pode ser fonte de conhecimento sobre o poder explicativo de uma teoria.

Não é permitida a intrusão de nenhum elemento pessoal, subjetivo. A validade das proposições de observação, quando corretamente alcançada, não vai depender do gosto, da opinião, das esperanças ou expectativas do observador. O mesmo vale para o raciocínio indutivo por meio do qual o conhecimento científico é derivado a partir das proposições de observação. As induções satisfazem ou não as condições prescritas. Não é uma questão subjetiva de opinião (CHALMERS, 2000. p. 28).

Nota-se na citação acima que na visão indutivista a observação é a única fonte de conhecimento confiável, nesse sentido, as aulas práticas de ciências nos anos 60 eram pautadas na experiência empírica como melhor forma de se entender os processos científicos e melhorá-los. Ainda em Chalmers (2000), é possível questionar: seria a lógica indutiva infalível?

A ideia de que com observações rigorosas e sistemáticas é possível chegar a uma verdade crível, válida e justificável, acaba esbarrando em um argumento relativamente intuitivo: Até que ponto é correto generalizar uma determinada regra a partir de um número limitado de observações? A validade dessa regra é realmente aplicável em um mundo com incontáveis possibilidades para um fato acontecer?

Essa forma de acreditar no indutivismo é considerado ingênuo por Chalmers (2000). Mesmo que uma regra para explicar um fenômeno seja analisada a partir de diferentes observações, existe a possibilidade dessa regra estar incorreta. “É possível a conclusão de um argumento indutivo ser falsa embora as premissas sejam verdadeiras e, ainda assim, não haver contradições envolvidas” (CHALMERS, 2000, p. 31). Esse é conhecido como o problema da indução, só é necessária uma observação que destoe do

padrão observado até então para que uma determinada regra/aporte teórico seja desconsiderada para efeito de interpretação.

Essa linha de argumentação revela o problema em se trabalhar com o “ensino por descoberta”. Os materiais didáticos voltados a esse tipo de ensino buscavam reproduzir a prática do cientista, e é possível dizer que tinham como objetivo formar pequenos cientistas para futuramente fornecerem resultados tecnológicos (RODRIGUES; BORGES, 2008).

John Dewey foi um dos filósofos que buscou levantar discussões mais críticas sobre a compreensão de ciência e sobre a forma com que ela deveria ser ensinada, iniciando debates sobre o que hoje conhecemos como ensino por investigação (RODRIGUES; BORGES, 2008; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Para Dewey, os objetivos de se ensinar ciências não deveriam girar em torno da repetição de observações com a intenção de se generalizar uma teoria, supondo assim que existiu a aprendizagem do que é ciência. Mas sim, que a prática científica e seu ensino fossem vistos como uma forma de desenvolver o pensamento racional a partir da compreensão das aplicações da ciência na sociedade, refletindo sobre seu impacto, viabilidade e necessidade (RODRIGUES; BORGES, 2008; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

2.1.2. Bases sócio-interacionista das atividades investigativas

Considerando o teor das ideias discutidas por Dewey é viável evidenciar que existem aspectos que nos remetem as interações socioculturais na aprendizagem, principalmente quando se pensa sobre as implicações sociais e humanas dos processos científicos. Sendo assim, é possível tecer discussões sobre essas duas perspectivas.

Tendo Vygotsky como principal representante do sócio-histórico, utilizaremos nesta seção as suas ideias para tecer relações entre o entendimento sócio-construtivista da construção do conhecimento e as atividades investigativas (WONG; PUGH, 2001).

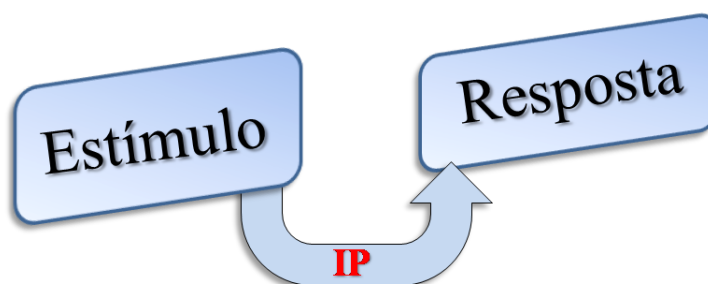
É recorrente fazer menção à obra vygotskyana como uma teoria da aprendizagem, porém, destaca-se desde já que concordamos com Moreira (2011) quando afirma que a teoria sócio-histórico de Vygotsky é uma forma de explicar o desenvolvimento humano em função das habilidades cognitivas individuais que podem desenvolver-se a partir de processos sociais. Sendo assim, o ser humano só se desenvolve cognitivamente a partir do contato com a sociedade e os artefatos culturais elaborados nela.

O intuito de inserir essa discussão nesse capítulo não é colocar a teoria sócio-construtivista como nosso marco teórico para pensar as atividades investigativas, mas sim evidenciar as bases históricas e epistemológicas nas quais elas estão alicerçadas. Não buscamos construir uma explicação detalhada das facetas da obra desse autor, foge do escopo desta pesquisa caracterizá-la tão singularmente.

Tourinho e Mortimer (2009) argumentam que quando se fala do desenvolvimento de um saber, seja na sua esfera cognitiva ou no contexto do seu desenvolvimento, é difícil compreender sua totalidade sem menção ao meio histórico-cultural no qual esse saber está localizado. Dessa forma, a teoria vygotskyana considera que não é possível falar do desenvolvimento cognitivo sem fazer referência ao contexto social e cultural no qual ele está ocorrendo (MOREIRA, 2011).

Vygotsky se opunha ao paradigma comportamentalista que acreditava na relação direta entre sujeito e objeto, desconsiderando qualquer participação da subjetividade do sujeito e pautando suas análises na relação entre estímulo-resposta. A teoria vygotskyana sugere que essa relação era dialética, ou seja, ao mesmo tempo que o meio influencia o sujeito, os indivíduos eram capazes de manipular o meio. Vygotsky insere em suas ideias a compreensão de Instrumento Psicológico, sendo caracterizado como o instrumento mental que intermedeia o comportamento manifestado, possibilitando a relação entre estímulo-resposta como mostrado na figura 1 (MOYSÉS, 1997).

Figura 1: Mediação do Instrumento Psicológico entre estímulo e resposta



Na reflexão de Vygotsky os conceitos de instrumento, signo, significado e de formação de conceitos são centrais no entendimento da influência dos artefatos culturais no desenvolvimento cognitivo. Para que um indivíduo opere mentalmente um objeto, é necessário que ele possua uma cópia mental desse objeto em sua estrutura cognitiva, uma vez que a relação dialética entre sujeito e meio social necessita que o indivíduo

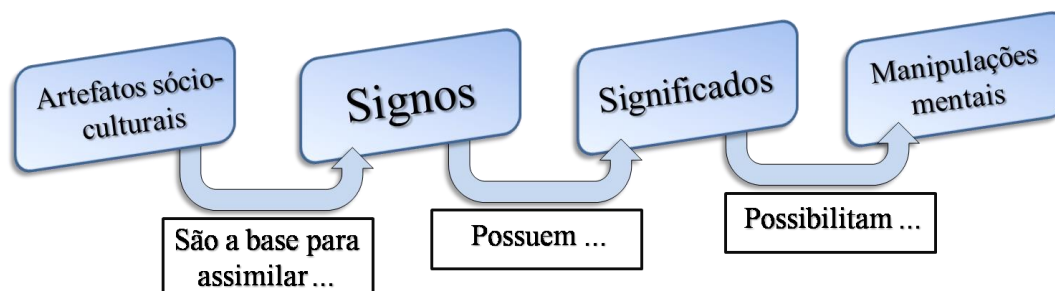
interiorize operações cognitivas. Normalmente, essas operações produzem instrumentos, que são ferramentas que possibilitam ao homem externar a manipulação mental do objeto idealizado (FINO, 2001).

Essas cópias mentais são repletas de significados pessoais, ou seja, impressões e concepções fortemente individualizadas, uma vez que são construções alicerçadas nas experiências sociais. Diferente dos significados, os signos são construtos sociais que são interiorizados pelos indivíduos na íntegra, ele não a modifica ou faz uso próprio dela. Os signos podem ser definidos como algo que é alguma coisa, porém significa outra (MOYSÉS, 1997).

O alfabeto é um exemplo de sistemas de signos, onde os símbolos expressos pelas letras são um signo para representar um som específico que o ser humano consegue emitir, os fonemas. Esses fonemas juntos podem formar todo um sistema de comunicação, porém é necessário que o ser humano signifique esses símbolos, associando-os ao ato de comunicar. Assim é possível que o signo seja manipulado mentalmente para o uso na sociedade.

Na figura 2 estão esquematizadas as relações entre os conceitos de artefato cultural, signo, significado e manipulação mental.

Figura 2: Esquema de relações entre conceitos centrais na obra de Vygotsky



O ato de dar significado a um determinado signo está diretamente atrelado a capacidade de manipular mentalmente um objeto, ou seja, a capacidade de abstrair. Pensando nos níveis nos quais a capacidade de abstrair pode se encontrar, Vygotsky discute o seu conceito de formação de conceitos em três etapas: a agregação desorganizada, o pensamento por complexos e os conceitos potenciais (MOREIRA, 2011). No quadro 3, é possível observar as características de cada etapa da formação de conceitos.

Quadro 3: Etapas da formação de conceitos com base em Moreira (2011)

| ETAPA | CARACTERÍSTICAS |
|--------------------------|--|
| Agregação desorganizada | O significado do signo não é entendido fora das características do objeto, por exemplo, não é possível imaginar as diversas funções que uma cadeira pode ter (sentar, subir para alcançar algo, apoiar objetos etc). |
| Pensamento por complexos | É possível relacionar a função de objetos diferentes entre si, por exemplo, um banco e uma cadeira podem ter funções semelhantes. |
| Conceitos potenciais | É possível manipular mentalmente objetos, criando diversos usos para eles. Porém, o conceito só se forma de fato quando a abstração é a principal forma de pensamento. |

]Considera-se que as atividades investigativas constituem uma situação didática na qual busca-se a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual a partir de questionamentos, atividades de sistematização e pequenas exposições (CARVALHO, 2017). Nesse sentido, durante o processo investigativo conduzido em pequenos grupos, os estudantes vão se apropriando dos signos e significados próprios da atividade de investigação que está sendo executada.

Nessa perspectiva, investigar é um processo de formar conceitos, o objetivo é que o conceito formado sirva para a manipulação mental da situação apresentada, contribuindo para o entendimento das características do fazer científico necessário para a atuação cidadã.

2.2. Casos investigativos

Nesta pesquisa optou-se como forma de introduzir o problema de investigação a partir de um caso investigativo (CI). Francisco e Benite (2015) afirmam que os casos investigativos educam por trazer situações em que seus personagens enfrentam decisões e dilemas, ou seja, enfrentam a tomada de decisão. Isso fortalece a criticidade dos estudantes uma vez que refletem sobre esses conflitos em sala de aula.

Os CI's possuem algumas características, Herreid (1998) destaca um conjunto de características como essenciais para que seja um bom caso. Para o autor um bom caso deve contar uma história, se concentrar em uma questão interessante, apresentar um problema atual, criar empatia, incluir diálogos, ser relevante para o leitor, ter caráter pedagógico, provocar conflitos, forçar uma decisão, ter generalidade e ser curto.

Em especial para esta pesquisa, que possui o objetivo de construir AI's para promover o Pensamento Crítico, destacamos três características para serem comentadas:

ser relevante, ser provocador de conflitos e forçar uma decisão. Consideramos estas características centrais para esse processo de pesquisa em virtude de sua aproximação com as características das AI's.

Para o caso ser relevante é necessário que aborde temas que sejam próximos da realidade do aluno e que façam sentido para ele, de forma análoga os problemas das AI só são de fato um problema para o aluno quando este problema é compreensível pra ele e está presente em sua prática cotidiana. Caso contrário o caso e a AI não criam empatia com a pessoa que lê, pois estarão abordando temática demasiadamente distante da realidade concreta do estudante. Como afirmam Sá e Queiroz “os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos” (2005).

De forma semelhante, o caso deve ser provocador de conflitos, característica essencial para o problema de uma AI. Pois, o problema deve introduzir um desafio para ser solucionado pelo aluno a partir dos seus conhecimentos. O caso também deve forçar uma decisão, como já discutido anteriormente neste texto, as AI solicitam a tomada de decisão quando de fato possuem teor investigativo.

Dessa forma, respalda-se a escolha do CI para evocar o problema das AI's, notam-se objetivos semelhantes que justificam a instrumentalização das AI a partir dos CI.

Os CI também são uma forma de tornar os problemas de investigação mais humanizados. Oliveira e Queiroz (2015) afirmam que ainda se reproduz o discurso de que o ensino de ciências nada tem haver com a defesa dos direitos humanos. Porém, uma vez que conta uma história, os CI abrem margem para que sejam inseridas discussões controversas presentes no seio social. Por exemplo, nada impede que sejam discutidas questões como o “gordofobia” em um CI que problematiza o conceito de caloria.

Sugere-se aqui que os CI são uma estratégia para que os professores de ciências introduzam em suas aulas debates que até então se mantinham a margem do ensino de ciências, ou que simplesmente não faziam parte de seu escopo. Problematisando questões atuais e bebendo de outras áreas para que discussões maduras e coerentes se consolidem. É necessário que o professor possua sensibilidade para essas questões, e reconheça que os CI são estratégias para atingir essa finalidade pedagógica.

Durante a fase de aplicação em sala de aula o CI foi utilizado de diversas formas: método de pequenos grupos – os alunos formaram grupos e debateram dentro

destes grupos, método da leitura – o ministrante assumiu a postura de contador da história descrita no caso, como o método da discussão – toda a sala foi convidada a analisar o caso e analisar seu problema (FRANCISCO, 2018).

Sendo os CI a estratégia de adotada para instrumentalizar as AI, o Pensamento Crítico constitui nosso objetivo de ensino. O tópico abaixo fala sobre o Pensamento Crítico quanto área de pesquisa e referencial teórico.

2.3. Pensamento Crítico no ensino de ciências

Existe uma amplitude de usos para a palavra “crítico”, ou ainda uma multiplicidade de concepções a respeito da caracterização do aluno crítico. Torna-se difícil unificar um conceito para estes termos, de forma que sejam utilitários para a construção de materiais didáticos e usos educacionais.

Nesse sentido, se faz necessário pensar sobre o Pensamento Crítico (PC) de forma pragmática afim de que o processo de ensino possa formar o aluno crítico que almeja.

No ensino de ciências o termo “criticidade” normalmente é usado para se referir a capacidade de usar o conhecimento científico em suas decisões, pautando-se em argumentos cientificamente válidos para guiar seus posicionamentos. Nessa perspectiva, atividades que buscam solicitar posicionamentos aos estudantes, que busquem desenvolver autonomia, podem contribuir para o desenvolvimento da criticidade.

“O Pensamento Crítico em sentido fraco é caracterizado por um pensar monológico, isto é, aquele que é conduzido exclusivamente a partir de um único ponto de vista ou dentro de um só quadro de referência e se caracteriza pelo egocentrismo e estreiteza de perspectivas. Ao invés, o pensamento crítico em sentido forte envolve o indivíduo num pensamento dialógico – aquele que representa uma troca entre diferentes pontos de vista – na procura e no afastamento dos seus preconceitos e autodesilusões e implica uma capacidade imparcial de compreender a contra-argumentação” (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2001, p. 26).

Observa-se na fala acima que o pensamento crítico é centrado em um processo de decisão, e envolve alguns elementos que o caracterize e o defina. Nesse sentido, os autores trazem a demarcação de Paul (1993) para discutir duas formas de manifestação do PC. No sentido fraco o PC trata-se de uma forma de pensamento pautada em uma visão unidirecional, enquanto que o PC no sentido forte considera mais de um ponto de vista, é multifacetado. Nesse sentido, pensar criticamente é usar conhecimentos para analisar se algumas informações são sustentáveis ou não, assim como usar essa lógica de pensamento para fazer suas escolhas de vida.

Ressaltamos que daqui para frente faremos uso distinto dos termos expressar, mobilizar e manifestar. “Expressar” será um verbo empregado para indicar que a capacidade de PC está explícita no material, ou seja, está no âmbito do planejamento de ensino. O termo “mobilizar” está no âmbito do aluno, tratando-se dessa forma de aspectos relacionados aos processos internos do sujeito, é quando o aluno utiliza uma capacidade no contexto de ensino. E “manifestar” está no âmbito da transferência de capacidades, onde o aluno já aplica as capacidades em contextos de sua vida.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2001) utilizam a taxonomia de Ennis (1987) para designar o conjunto de disposições e capacidades que delineiam o PC. Essa taxonomia possui 14 disposições, ou seja, atitudes ou tendências para se atuar de forma crítica, e 12 capacidades, que são as características que definem a ocorrência de Pensamento Crítico. Nesse sentido, os autores fornecem um instrumento útil para a pesquisa em ensino, pois sistematizam pragmaticamente um conjunto de capacidades que podem ser usadas para fornecer indícios de criticidade segundo essa perspectiva.

Para que se obtenham resultados eficazes em sala de aula (o aluno como um pensador crítico), é preciso que o professor tenha isso como seus objetivos, ou seja, é importante que o professor esteja atento para aspectos ligados ao desenvolvimento do PC. Vale ressaltar que, para os professores realizarem tais demandas, são necessárias mudanças, sendo que elas não acontecem de um momento para outro, assim como o aperfeiçoamento do PC dos alunos (SANTIAGO, 2018).

Nota-se na citação acima um dos aspectos mais importantes sobre se ensinar o PC: esse ensino deve ser intencional. Em outras palavras, em seus planejamentos didáticos os professores não devem enxergar o pensamento crítico como um efeito colateral de suas práticas, mas sim um dos seus objetivos de ensino.

Para criar situações de ensino que os alunos possam desenvolver o PC é necessário que em suas aulas o professor utilize explicitamente e intencionalmente as capacidades do PC. Nesse sentido, o conjunto de capacidades proposta por Ennis se torna uma ferramenta relevante para o professor infundir capacidades de pensamento crítico em suas aulas e planejamentos didáticos.

De forma análoga, os materiais didáticos para promover o pensamento crítico devem criar situações que os alunos possam recorrer às capacidades. A orientação do material deve ser intencional e explícita para o desenvolvimento de tais capacidades, não sendo o bastante pedir aos alunos que pensem sobre suas capacidades, mas sim que a situação didática o permita exercer essas capacidades (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA, 2015; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

No quadro abaixo estão organizadas as capacidades de pensamento crítico indicadas por Ennis, acompanhadas de alguns de seus descritores que ajudam a caracterizar a capacidade:

| ÁREA | CAPACIDADES | DESCRITORES |
|------------------------|--|---|
| Clarificação elementar | Focar uma questão | Identificar ou formular um questão. |
| | Analisar argumentos | Identificar conclusões; Identificar as razões não anunciadas. |
| | Fazer e responder a questões de clarificação e desafio | Que diferença é que isso faz?, Quais são os fatos. |
| Suporte básico | Avaliar a credibilidade de uma fonte | Conflito de interesses; Acordo entre fontes. |
| | Fazer e avaliar observações | Características do observador; Características das condições de observação. |
| Inferência | Fazer e avaliar deduções | Lógica de classes; Lógica de enunciados. |
| | Fazer e avaliar induções | Generalizar; Explicar e formular hipóteses; Investigar. |
| | Fazer e avaliar juízos de valor | Relevância de fatos antecedentes; Consequências de ações propostas. |
| Clarificação elaborada | Definir termos e avaliar definições | Forma da definição; Estratégia de definição. |
| | Identificar assunções | Assunções não enunciadas; Assunções enunciadas. |
| Estratégias e táticas | Decidir sobre uma ação | Definir problema; Selecionar critérios para avaliar possíveis soluções. |
| | Interagir com os outros | Empregar e reagir a denominações falaciosas; Apresentar uma posição a uma audiência particular. |

Quadro 4: Taxonomia de Ennis para as capacidades de pensamento crítico

A taxonomia de Ennis é uma das taxonomias que existem para caracterizar o pensamento crítico. A lista de capacidades mostrada acima não é somente um conjunto de características, mas também um instrumento de infusão de capacidades de PC em materiais didáticos. Para essa taxonomia, as disposições também são importantes para o

processo de mobilização de capacidades de pensamento crítico. Podemos citar entre as disposições a de tomar em consideração a situação em sua globalidade, tentar não desviar do cerne da questão e ter abertura de espírito.

Esta pesquisa, uma vez que busca construir materiais didáticos que alinhem as perspectivas de pensamento crítico e atividades investigativas focou em um conjunto de capacidades que expressam a ideia de investigação científica. Dessa forma, foi escolhida a capacidade de “Fazer e avaliar induções” da área de “Inferência”, mais especificamente no conjunto de descritores: delinear investigações, incluindo o planejamento de investigações e controle efetivo de variáveis, procura de evidências e contra-evidências e procura de outras conclusões possíveis.

A escolha de tais capacidades do PC se justifica a partir do estudo de Tenreiro-Vieira e Vieira (2006), no qual utilizaram este conjunto de capacidades para produzir atividades de laboratório promotoras de PC. Destaca-se que o termo “atividade de laboratório” é uma escolha dos referidos autores para indicar atividades que são planejadas para serem executadas em laboratórios de ciências, ou espaços físicos com os equipamentos necessários para a execução da prática. No trabalho de pesquisa citado os autores realizaram momentos de discussão e partilha sobre quais capacidades de PC são relevantes para a atividade científica, neste processo o trabalho direciona a capacidade de “Inferência”, e seus respectivos descritores, como afins com a atividade científica.

Roda e Linhares (2018) realizaram pesquisa que também fornece indícios de que o conjunto de descritores presente na área de “Inferência” do PC possui aproximações com as atividades de laboratório. Ao fazer um estudo da mobilização de capacidades de PC antes e depois de atividades experimentais as autoras observaram que as capacidades de “Investigar”, “Delinear investigações, incluindo o planejamento e controle efetivo de variáveis” e “Procurar evidências e contra-evidências” foram mobilizadas pelos estudantes.

Observam-se evidências que direcionam para um conjunto de capacidades de PC que possuem semelhanças com as atividades investigativas. Como mostrado nos parágrafos acima, existem alguns estudos que contribuem com tal aproximação, o que justifica o uso de tais capacidades nesta pesquisa.

Buscou-se expressar nos materiais esse conjunto de capacidades da forma mais explícita possível, para que os estudantes sejam estimulados a mobilizá-las durante o processo investigativo.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa adota alguns procedimentos para atingir o objetivo de produzir materiais didáticos que apresentem potencial para mobilizar a capacidade de Pensamento Crítico. O *design research* não apresenta um roteiro fechado de como a pesquisa deve ser conduzida, cada objeto de estudo terá sua gama de exigências para que tenha validade. O pesquisador é fundamental no discernimento da melhor condução a ser adotada.

Nesse sentido, a primeira fase do *design research* é a Pesquisa Preliminar, momento cujo objeto de construção é delineado teoricamente e as necessidades formativas para o contexto ao qual ele se destina são mais bem entendidas.

3.1. Tipo de pesquisa: Design Research

Essa pesquisa é do tipo design educacional, uma vez que busca investigar quais características deve estar presentes atividades de cunho investigativo para o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico (PLOMP, 2010).

As pesquisas em design educacional podem adotar diferentes termos para se referir a esse tipo de pesquisa, a saber: pesquisa de desenvolvimento, pesquisa em design educacional, pesquisa em *design research*, estudos de design. Com focos diferentes, as pesquisas em design educacional podem ser entendidas como o conjunto de abordagens de pesquisa que buscam gerar conhecimento sobre problemas da prática educacional aumentando o conhecimento sobre elas (PLOMP, 2010).

Para Anderson e Shattuck (2012) a pesquisa em design é uma ferramenta para educadores e pesquisadores que buscam potencializar o impacto dos produtos educacionais que são desenvolvidos, utilizando estratégias para aumentar o grau de generalidade de uma atividade. O desenvolvimento de um número crescente de pesquisas em *design research* tem sido justificado pela busca dos pesquisadores em responder as críticas de que a pesquisa em educação não tem dado conta de responder a problemas da prática escolar (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015).

Nesse sentido, pesquisar em design educacional é desenvolver etapas de investigação que buscam fornecer informações relevantes e úteis sobre uma determinada intervenção educacional para uso de professores e pesquisadores.

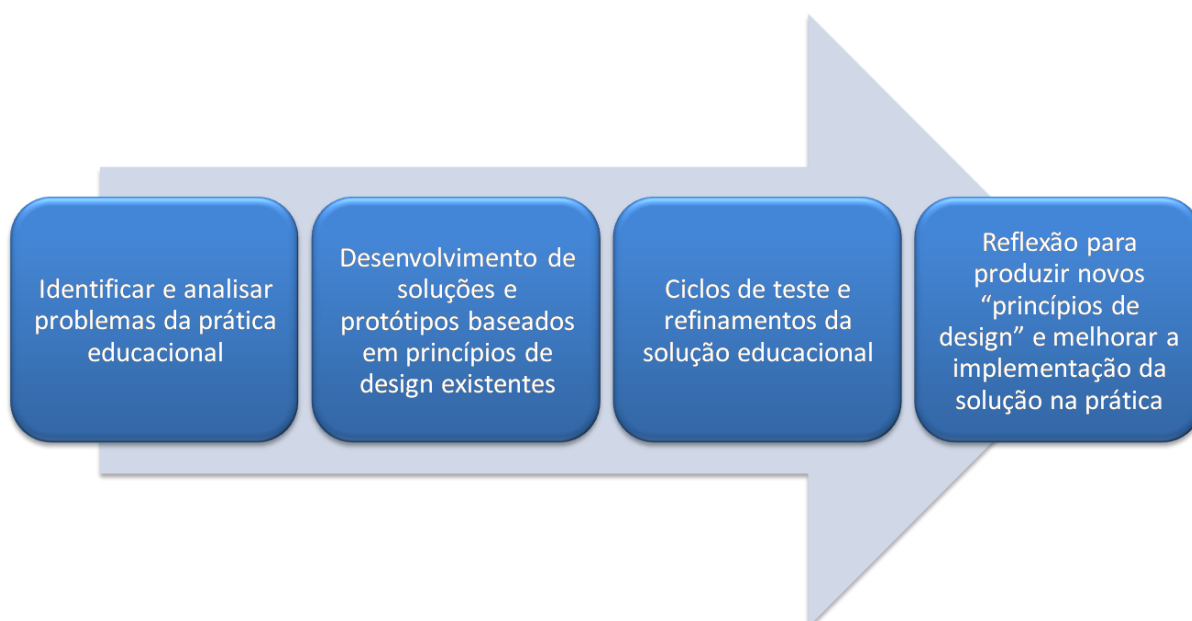
Assumindo um compromisso com a geração de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento de soluções educacionais que sejam realmente aplicáveis nos contextos aos quais se destinam.

Matta, Silva e Boaventura (2014) defendem o uso do termo “Pesquisa de Desenvolvimento” para se referir esse tipo de pesquisa. Porém, para haver coerência com os referencias nos quais esta pesquisa se ampara utilizaremos o termo “*design research*” para nos referirmos a esta metodologia.

Para o início de uma pesquisa em *design* é necessário identificar um problema (s) educacional (is) no (s) qual (is) não existam princípios validados. No caso desta pesquisa, busca-se identificar quais características uma intervenção didática pautada nos princípios das atividades investigativas deve apresentar para que seja potencialmente mobilizadora de capacidades de pensamento crítico.

São desenvolvidos ciclos de testes que buscam identificar quais os princípios de design que podem ser visualizados a partir do material didático elaborado. No esquema 1, inspirado em Reeves (2006), estão mostradas as etapas que constituem a pesquisa em *design*.

Esquema 1: Etapas da pesquisa em desenvolvimento



O esquema 1 demonstra que as soluções educacionais desenvolvidas são submetidas a ciclos de testes para seu refinamento. Esses ciclos de testagem podem se repetir quantas vezes forem necessárias para que um número satisfatório de princípios de design seja produzido. Para isso, é necessário que ao final de cada ciclo de testagem

seja feita uma avaliação somativa, ou seja, que cada teste seja seguido de um processo de reflexão sobre as limitações e potencialidades do material. Essa reflexão é essencial e acumulativa, pois os princípios já elaborados por outros pesquisadores ou no próprio processo de pesquisa devem servir de bases para a criação de novos princípios.

Após a avaliação somativa de cada ciclo de testagem um novo protótipo da intervenção didática toma forma. Os protótipos que vão surgindo devem distinguir-se dos anteriores sempre em função dos princípios de design que a avaliação somativa direciona. Sendo assim, podemos pensar a pesquisa em *design* em algumas fases.

No quadro 2 estão mostradas as fases que compõem a pesquisa em *design* seguida de suas respectivas características.

Quadro 5: Etapas do *design research*

| FASE | CARACTERÍSTICAS |
|----------------------|---|
| Pesquisa preliminar | Necessidades e análise de contexto, revisão de literatura, desenvolvimento de uma estrutura conceitual ou teórica para o estudo |
| Fase de prototipagem | Fase de construção do projeto, sendo composto por microciclos de pesquisa com avaliação formativa, visando melhorar e refinar a intervenção. |
| Fase de avaliação | Avaliação somativa para concluir se a solução ou intervenção atende às especificações pré-determinadas. Esta fase também resulta em recomendações para a melhoria da intervenção, sendo chamada de semi-somática. |

Essa modalidade metodológica faz com que a pesquisa desenvolvida se torne a construção de conhecimentos sobre o material elaborado e, conseqüentemente, sobre seus princípios de design. Outras abordagens também têm como finalidade a elaboração de produtos educacionais, porém, a Design Research se destaca por compreender o processo de elaboração e validação do material como um dos meios de se construir teorias educacionais, ou seja, conhecimentos sobre toda organização didática do produto educacional, seja de matriz conceitual, teórica, pedagógica ou metodológica (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015).

Plomp (2007) apresenta uma versão do tipo de resultado esperado a partir da Design Research:

Se você desenvolverá uma intervenção X para o propósito/função Y no contexto Z, então você será aconselhado a dar a esta intervenção as características A, B e C, bem como fazer isso por meio dos procedimentos K, L e M, por causa dos argumentos P, Q e R (p. 20).

Nessa perspectiva, os temas para as atividades investigativas que foram elaboradas surgirão a partir de entrevista com a professora da escola onde as atividades foram testadas. A entrevista buscou conhecer a realidade social dos estudantes, que tipo de conhecimento os alunos demonstram ter interesse, que tipo de atividade já é desenvolvida na escola e o que falta ser debatido dentro da escola na opinião da profissional.

Após os princípios de design serem elaborados, a primeira etapa de validação foi composta por quatro análises que ocorreram simultaneamente. O material foi enviado para um especialista em atividades investigativas e para um especialista em Pensamento Crítico, para que as bases teóricas das atividades, assim como sua coerência, sejam analisadas. O material também foi validado pela professora da escola participante, a fim de analisar a pertinência daquelas atividades para o contexto de ensino. Por fim, as atividades foram analisadas por um grupo de pesquisa em ensino de ciências que, entre outros temas, tem se dedicado ao estudo do Pensamento Crítico.

Dessa forma, o modelo geral de resultado a partir de um processo de *design* apresentado por Plomp (2007), mostrado anteriormente, aplicado às especificidades desta pesquisa poderia ser representado da seguinte forma: “Se você desenvolverá uma atividade investigativa (X) para mobilizar a capacidade de “Investigar” do pensamento crítico (Y) no contexto de ensino médio, então você será aconselhado a dar a esta atividade as características de uma investigação de Grau IV (A, B e C), bem como fazer isso por meio da apresentação de um caso investigativo (D, E e F), por proporcionar maior engajamento dos alunos e oferecer situações nas quais a investigação possa ser viável (G, H e I)”¹.

As informações obtidas nesses processos de validação serão trianguladas e sua análise culminou na reestruturação do material. Esses protótipos reformulados foram testados em sala de aula, os dados obtidos serão analisados a partir da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Com a análise busca-se encontrar elementos que indiquem quais atividades se mostraram eficientes para mobilizar capacidades de Pensamento Crítico. Mais detalhes sobre a técnica de análise e seu uso nessa pesquisa são descritos no tópico 3.3.

¹ Ressalta-se que este trecho se constitui como um modelo hipotético de resultado, e não necessariamente proveniente dos resultados desta pesquisa.

3.2. Condução da pesquisa

Para iniciar esta primeira fase da pesquisa, realizou-se uma entrevista semi-estruturada com a professora da escola para a qual os materiais didáticos produzidos seriam destinados. Nesse momento foram realizadas perguntas como “Qual tema é perceptível que os estudantes se sentem motivados?”, “Como é notável um maior engajamento desses estudantes nas aulas de Química?”, “Quais temas em Química mais aumentam o interesse dos alunos?”, “Que projetos já são desenvolvidos na escola?”.

O objetivo de tais perguntas foi conhecer melhor esse público para o qual a pesquisa se destina, seus interesses, necessidades e vivências. Considera-se que a consulta ao ambiente escolar ao qual um material didático se destina seja essencial para que o processo de elaboração deste seja acertado e mais próximos de atingir seus objetivos formativos. A partir das informações levantadas nesta entrevista foram identificados temas que poderiam se mostrar potencialmente desencadeadores de uma investigação e que apresentassem proximidade com as realidades observadas a partir da entrevista com a professora da escola.

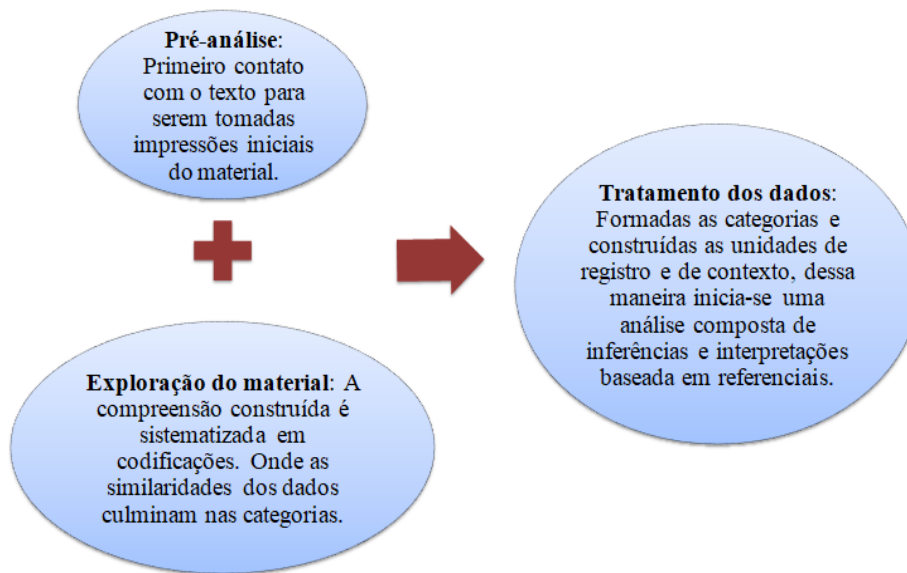
Tais temáticas foram construídas alinhando-se os pontos indicados pela professora da escola à um tópico curricular que auxilie na compreensão daquele determinado ponto.

3.3. Técnica de análise

Para análise dos dados provenientes dos registros escritos dos alunos adotou-se a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Segundo a autora, a técnica de análise é composta por três etapas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos dados (que culmina em inferências e interpretações). Na etapa de pré-análise ocorre o primeiro contato com os textos que serão analisados, proporciona o conhecimento das características presentes no *corpus* da pesquisa. É uma etapa composta por atividades não estruturadas, que deve possibilitar primeiras impressões e orientações diante dos objetos analisados.

A etapa de exploração do material é uma culminância da pré-análise, cuja compreensão construída é sistematizada em operações para a análise de fato. Esta fase é composta em sua essência por “operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas” (BARDIN, 2011, p. 131). Essa sistematização proporciona o traçado de um plano de trabalho para a execução do

tratamento dos dados. Nela são estabelecidas as unidades de registro, que correspondem a segmentos dos dados que agregam algum significado e são construídas visando a categorização.



Esquema 2: Etapas da análise de conteúdo.

A partir da identificação das unidades de registro, o pesquisador possui informações suficientes sobre seus dados para propor categorias que representam significados similares encontrados nas unidades de registro. Construídas as categorias é possível prosseguir com a análise dos dados e propor inferências e interpretações. O esquema 2, resume as etapas da análise de conteúdo.

Nesse sentido, na etapa de pré-análise, as contribuições dos validadores foram lidas para que fosse possível conhecer o teor das correções e assim poder sistematizar as informações fornecidas na etapa de exploração do material. Nesta segunda etapa, as correções foram distribuídas em categorias que fazem referência ao tipo de observação que o validador fez, por exemplo, sobre as capacidades de pensamento crítico e sobre o teor investigativo da atividade.

E, por fim, são realizadas inferências e conclusões, que sob o ponto de vista do *design research*, devem dar bases para a identificação dos princípios de *design*. Para a análise de conteúdo, essa última etapa constitui-se como o momento aonde o corpo teórico que amparou a pesquisa será utilizado para interpretar os dados construídos.

3.4. Atividades desenvolvidas

Ressalta-se que os quadros e questões mostrados apenas na AI 1 se repetem de forma idêntica nas demais AI. Uma vez que expressam as mesmas capacidades de pensamento crítico, buscou-se desenvolver uma organização geral e aplicável às três atividades.

3.4.1. Atividade Investigativa 1

QUESTÃO-CENTRAL

Como é possível analisar o pH do solo?

COMPREENDENDO O PROBLEMA DA ACIDEZ DO SOLO

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Como saber se um solo está ácido ou básico?

Laís é uma garota de 16 anos que mora no agreste sergipano. Ela e seus pais cultivam algumas ervas orgânicas para consumo próprio em uma horta improvisada com garrafas PET. Eles sempre compram terra para a horta na mesma loja, porém ao comprar em outro estabelecimento perceberam que com o passar do tempo as plantas começaram a murchar. Intrigada com essa observação e movida pela curiosidade, a garota levou o questionamento para a aula de Química.

- Professora por que as plantinhas não suportaram? O que tem na terra que compramos?

A professora explicou que diversos fatores podem interferir no desenvolvimento de uma planta. Porém, um desses fatores é o pH, potencial hidrogeniônico. Em tom de surpresa Laís pergunta:

- Potencial hidrogeniônico?

A professora responde que o pH pode ser facilmente mensurado. Assim, a professora convidou Laís para realizar um experimento após o horário de aula.

No laboratório a garota percebeu que a professora tinha separado três amostras de solo de aparência muito semelhante. Intrigada, Laís pergunta:

- Essas amostras parecem ser todas iguais! Existe alguma diferença entre elas?

Buscando instigar a curiosidade da aula, a professora responde:

- Me diga você! Vou deixar a sua disposição alguns materiais para que você mesma encontre a resposta. Você terá **alguns recipientes plásticos, colheres de plástico, conta-gotas, as amostras de solo, água e o extrato de repolho roxo**. Se você

estava atenta as aulas de Química, saberá que o repolho roxo é um indicador natural ácido-base, ou seja, ele muda de cor dependendo a acidez ou basicidade do meio. Desse modo saberemos se os solos ácidos ou básicos são mais apropriados para o plantio. Normalmente solos levemente ácidos são mais propícios, então, te desafio a me responder qual das amostras seria mais apropriada para o cultivo.

Supondo que você seja amigo de Laís, como você ajudaria ela a responder o desafio da professora? Utilize a escala mostrada abaixo.



Quadro 7: Dados sobre os testes realizados

| Nº do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 8: Interpretação dos testes realizados

| Nº do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Após ter preenchido o quadro 1 e 2, debata com toda a turma como o grupo escolheu os testes que foram realizados incluindo qual o objetivo de cada teste. Após o debate, responda as seguintes questões.

- 1. O que você reformularia nos testes realizados para que as evidências fossem mais significativas?**

- 2. Que contra-evidências puderam ser notadas nos testes?**

- 3. Observe as conclusões que o grupo tirou a partir dos testes e pensem se é possível tirar outras conclusões. Quais são elas?**

3.4.2. Atividade Investigativa 2

QUESTÃO-CENTRAL

Como é possível identificar qual a amostra de água sanitária mais adequada para higienizar alimentos?

COMPREENDENDO O PROBLEMA DA ACIDEZ DO SOLO

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Qual a água sanitária apropriada para higienização de alimentos?

Júlia é uma garota bastante questionadora sobre as informações que são passadas a ela por sua família. Certo dia, ajudando sua mãe na cozinha, Júlia a questiona do por que lavar as folhas de alface com uma solução preparada com água sanitária. A mãe dela explica que sempre prepara uma mistura usando um litro de água e uma colher de água sanitária para lavar as folhas da salada para que todas as bactérias sejam eliminadas.

Curiosa sobre o efeito da água sanitária na descontaminação de alimentos, Júlia pergunta a sua mãe:

- Eu posso usar qualquer água sanitária para higienizar os alimentos? Porque a senhora não colocou a água sanitária da embalagem direto nas folhas de alface?

Sua mãe responde: - Porque a água sanitária vem muito forte na embalagem, vai deixar a comida com cheiro de cloro!

Júlia, sempre questionadora, pergunta: - Cloro? Como assim? Não era água sanitária?

A mãe de Júlia responde, se esquivando de uma resposta: - Eu só sei que água sanitária tem cloro.

Com essa dúvida em mente, Júlia resolveu levar essas indagações para o professor de Química, que explicou que a água sanitária é uma solução de hipoclorito de sódio com concentração de 2,5% de cloro ativo. Sendo que o cloro ativo é a quantidade de cloro na mistura que apresenta atividade bactericida.

Júlia continua com seus questionamentos: - Como é possível descobrir a quantidade de cloro ideal para higienizar alimentos?

O professor responde: - É sim Júlia, irei elaborar uma prática para que vocês investiguem a quantidade de cloro na água sanitária.

Na aula organizada pelo professor, Júlia encontrou três recipientes bastante semelhantes indicados com os rótulos “Água sanitária 1”, “Água sanitária 2” e “Água sanitária 3”. Existiam alguns outros materiais sobre as bancadas e eles estavam indicados como “Iodeto de potássio-KI”, “Vinagre” e “Amido”.

O professor explica que na presença de cloro e de íons iodeto o amido adquire uma coloração arroxeadada. Fornecendo a informação de que a água sanitária ideal para higienização de alimentos deve ter concentração de cloro ativo próxima a 0,0010g/L, o professor desafia os alunos a encontrarem qual das amostras apresenta uma concentração de cloro adequada para higienizar alimentos, utilizando os materiais disponibilizados e o quadro abaixo como parâmetro.

| PADRÕES DE CLORO | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | |
| CLORO RESIDUAL | 0,0024 | 0,0017 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0008 | 0,0006 |

3.4.3. Atividade Investigativa 3

Essa AI não se encontrava finalizada no momento que as AI anteriormente mostradas foram postas para análise do grupo. Nesse momento os pesquisadores estavam construindo as relações conceito-contexto que permeavam os temas *bullying* e química das emoções. A temática emocional surgiu de uma aspiração do pesquisador em abordar essa temática em uma atividade investigativa, pois é um assunto que normalmente não é discutido em aulas de química. Logo, o intuito é produzir um material que já apresente toda a organização para a aplicação em sala de aula.

No momento da validação, a proposta de AI girava em torno do prejuízo emocional de pessoas vítimas de bullying. Seria desenvolvido um caso investigativo que narra uma cena de bullying e seria da iniciativa da professora discutir a química das emoções a partir dos neurotransmissores e receptores.

Essa atividade não seria projetada para ser experimental, teria teor investigativo, porém sem fazer uso dos típicos materiais experimentais utilizados em aulas de ciência. Os materiais para sua execução não foram finalizados pelo autor da pesquisa e a ideia de AI foi posta para discussão no grupo de pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse momento serão discutidos os resultados obtidos pelos sucessivos processos de validação. Cada etapa será avaliada separadamente para que fique claro para o leitor a contribuição de cada ciclo de pesquisa para a reelaboração dos materiais, assim como evidenciar a importância da diversificação de validações.

Para apresentação das reformulações indicadas pelos processos de validação foram adotados quadros que resumem as alterações indicadas pelos validadores. Acredita-se que essa forma de apresentar é mais organizada que no formato de um texto corrido. Quando for necessário fazer menção a uma correção em específico, se fará uso da numeração indicada nesses quadros.

A coluna indicada pelo título “Tópico observado” faz referência as categorias construídas a partir das similaridades encontradas nas observações dos juízes. Foi analisado que elemento teórico das AI’s os validadores fizeram referência, e assim as colocações foram organizadas por tópico observado.

No quadro 6, estão colocados os temas que foram selecionados e suas respectivas conexões com as falas da professora neste primeiro momento da pesquisa.

Quadro 6: Relação das AI’s com a entrevista com a professora

| Tema da Atividade Investigativa | Relação com a fala da professora | Relação conceito-contexto |
|--|---|--|
| Como é possível analisar o pH do solo? | Durante a entrevista com a professora da escola identificou-se um projeto de horta que os alunos desempenham atividades. Dessa forma, acredita-se que análises que busquem estudar as propriedades de frutas, verduras e hortaliças que podem ser cultivadas em uma horta pode se tornar um possível mobilizador para esses estudantes. | Na AI busca-se articular os conhecimentos sobre as propriedades ácidas e básicas a sua presença em alimentos cultiváveis em hortas. |
| Dá pra limpar frutas e verduras com qualquer água sanitária? | Durante a entrevista a professora relatou que, a partir da sua experiência na escola, em virtude da realidade sócio-econômica dos alunos, eles costumam compreender melhor exemplos relacionados às práticas das suas residências. Nesse sentido, ela opta por discutir exemplos de processos realizados em cozinhas, por exemplo. | A partir das mudanças de cores observadas durante o experimento, em que ocorre a complexação do iodo ao amido a partir da redução do iodeto pelo cloro, é possível evidenciar a ocorrência de uma reação química que identifica a concentração aproximada de cloro na água |

| | | |
|--|---|--|
| | | sanitária usada para higienizar alimentos. |
| Saúde emocional na escola: Um estudo das emoções | Foi perguntado a professora da escola participante da pesquisa sobre temas que os estudantes se mostrem interessados. A mesma comentou sobre o tema Bullying. Indicando essa temática como sugerida pelos próprios estudantes para ser discutido em sala. | Na AI serão discutidos conceitos de interação intermolecular e sua importância para a manifestação das emoções. Gerando a compreensão da necessidade de compreender os mecanismos químicos emocionais para o comportamento humano. |

4.1. Reformulação do primeiro protótipo: Grupo de pesquisa

Para o primeiro ciclo de validação as AI's foram mostradas ao grupo de pesquisa LaPECi (Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) que se dedica atualmente a contribuir para a área de Ensino de Ciências com pesquisas com rigor metodológico ao estudo de atividades investigativas, desenvolvimento de materiais didáticos em história da ciência, jogos educativos e Pensamento Crítico. No momento da validação, que ocorreu no dia 27/04/2019, estavam presentes 2 (duas) mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (NPGEICIMA) e 1 (uma) mestre formada pelo mesmo programa, todas participantes deste mencionado grupo de pesquisa.

As AI's foram apresentadas em formato impresso às validadoras e estas realizaram a análise dos materiais fazendo anotações nas folhas. Posteriormente abriu-se para discussão das impressões, as validadoras foram perguntadas sobre a coerência e clareza dos eixos estruturados dos materiais: atividades investigativas, Pensamento Crítico e sobre a redação do caso. A discussão foi registrada em áudio. O resultado das anotações e das discussões culminou nas observações mostradas abaixo.

Quadro 9: Observações do grupo de pesquisa

| Observação do grupo de pesquisa | Tópico observado | Sugestão de correção |
|---------------------------------|------------------------|--|
| 1 | Práticas experimentais | 1.1. Analisar como a atividade investigativa está posta. Se as atividades se propõem a partir da realidade do aluno e compreendê-la melhor, fazer uma prática experimental manipulada para resultados específicos |

| | | |
|---|-----------------------------------|--|
| | | seria contraproducente. Foi sugerido que ao invés de focar na acidez do solo, focar na acidez de frutas que possibilita bons resultados sem necessitar de que as amostras fossem acidificadas ou basificadas de propósito para se obter resultados específicos. |
| | | 1.2. Na atividade investigativa que discutiria sobre a química das emoções foi sugerido que fosse mudado o foco e discutir sobre as calorias dos alimentos. Assim, as três atividades girariam em torno da temática “alimentos” e ainda poderiam ser abordadas questões sobre <i>bullying</i> . |
| | | 1.3. Na atividade investigativa sobre higienização de alimentos sugeriu-se que fossem usadas diferentes marcas de água sanitária para aproximar da realidade dos alunos e tornar a prática uma manipulação de materiais. |
| 2 | Capacidades de pensamento crítico | 2.1. Foi sugerido, de forma inespecífica, que outras capacidades implícitas no material também sejam analisadas, inclusive após a aplicação. |
| | | 2.2. Buscar termos mais claros para definir uma “contra-evidência”. |
| | | 2.3. Não foi visualizada com clareza a capacidade de “planejar” nos quadros. |

As colocações apresentadas nas sugestões 1.1., 1.2. e 1.3. foram essenciais para a reformulação dos materiais, pois evidenciaram que a estruturação escolhida para as AI's poderia amparar a contradição, até então não observada, de não ser representativa de uma realidade concreta. Contradição essa que não concorda com os objetivos da pesquisa. Pois, um dos pilares desse estudo é desenvolver atividades que dialoguem diretamente com a realidade dos alunos. Então questiona-se: Como propor uma atividade cujo os resultados experimentais não são reais e ainda sim fazer uma conexão com a realidade dos alunos? Que realidade é essa?

Não queremos com isso afirmar que todas as práticas experimentais devem seguir essa linha e serem feitas sobre esses princípios. Reforçamos que esta pesquisa possui objetivos delimitados e que giram em torno dos descritores “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, “procurar evidências e contra-evidências” e “procurar outras conclusões possíveis” da capacidade “Fazer e avaliar induções” do Pensamento Crítico. Logo, envolve tomada de decisão e desenvolvimento da autonomia, para isso concordamos com a colocação de que é mais coerente uma abordagem que investigue a realidade concreta.

Como destacado por Carvalho (2018) uma das principais características de uma AI é a presença de um problema central. Dessa forma, o problema deve ser compreendido pelo aluno em todas suas dimensões, não bastando que o estudante compreenda que aquilo é um problema estritamente científico. Como destacado anteriormente no tópico 2.2 deste trabalho que disserta sobre os CI, o problema apresentado deve proporcionar que o estudante crie empatia com a história contada, sendo também um ponto de alinhamento entre os referenciais de CI e AI.

Entendemos que seria possível justificar que o teor investigativo da atividade seria fortalecido com a adoção da manipulação das amostras, mas prezamos por uma pesquisa coerente e que dialogue com seus princípios e referenciais. Além de que a pesquisa em *design* busca exatamente por esse tipo de conhecimento que é gerado durante todo o processo de investigação.

A partir disso é possível elaborar um princípio de *design*: As atividades investigativas para a mobilização de capacidades de pensamento crítico devem ser estruturadas abordando temáticas reais e materiais presentes na realidade dos alunos ou que auxiliem na sua compreensão sem distanciar-se dela.

Na correção 2.1., o grupo de pesquisa aponta a necessidade de se pensar em outras capacidades de pensamento crítico presentes nas atividades de forma implícita. Embora o material seja planejado para ser intencional para um conjunto de capacidades específicas, nomeadamente o descritor “Investigar” da capacidade de “Fazer e Avaliar Induções”, concordamos que outras capacidades possam ser expressas pelos materiais.

Mesmo que intencionalmente os materiais sejam infundidos por capacidades específicas, as capacidades mais elementares ou mais elaboradas acabam sendo intuitivamente adicionadas por serem necessárias para o desenvolvimento de uma lógica de pesquisa. Por exemplo, a abordagem FRISCO (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA, 2003), que representa o acrônimo de Foco, Razões, Inferências, Situação, Clareza e

Overview (visão ampla), é indicada pelos autores para estruturar um questionamento voltado para o Pensamento Crítico.

Da explicitação da abordagem FRISCO acabada de apresentar, resulta que ela não constitui um todo linear e sequencial, uma vez que alguns momentos ou elementos, de que é exemplo a Clareza, podem (e devem) estar presentes ao longo de todo o processo de decisão racional sobre o que fazer ou em que acreditar, face a uma determinada situação. (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA, 2003)

Na citação acima percebe-se que o planejamento de infusão de capacidades do pensamento crítico não é um processo linear. Durante o processo de aplicação ou validação podem, ou devem surgir novas reflexões que podem indicar para serem expressas outras capacidades de Pensamento Crítico não planejadas.

Nesse sentido, para o segundo ciclo de validação foram escolhidos mestres com dissertações sobre pensamento crítico para também validarem o material, principalmente no que tange a identificação de outras capacidades de PC.

Essas colocações do grupo de pesquisa culminaram na reelaboração das AI's, gerando o segundo protótipo das AI's que podem ser analisados no Apêndice A.

4.2. Reformulação do primeiro protótipo: Validadores

O primeiro protótipo após ser reformulado foi submetido a mais uma bateria de validações. Neste ponto, compreendemos que olhares especializados e que ainda não tinham contato com a pesquisa trariam contribuições para o processo de criação das AI's. Atendendo também a uma recomendação do processo de validação no grupo de pesquisa de que outras capacidades de PC implícitas no material fossem identificadas.

Sendo assim, os materiais foram postos à análise por 4 (quatro) validadores, 2(duas) são mestres em ensino de ciências com dissertações que trazem o Pensamento Crítico como um de seus objetos de estudo (validadoras 2 e 3), 1 (um) é mestre em ensino de ciências com dissertação sobre construção de atividades investigativas (validador 1) e 1 (uma) é uma graduanda e bolsista do Programa Residência Pedagógica que desenvolve suas atividades na escola que os temas das AI's foram selecionadas (validadora 4). Além das validações com os especialistas os materiais foram mostrados para 8 alunos da educação básica, para que a leitura do material fosse realizada e possíveis incompreensões surgissem.

Para organizar a discussão, as colocações dos validadores foram categorizadas em três aspectos: colocações sobre teor investigativo, sobre capacidades de Pensamento Crítico e sobre a redação do caso. Esses são os três eixos estruturadores do trabalho, logo possibilitam uma melhor compreensão de onde os materiais podem apresentar-se sensíveis do ponto de vista da coerência teórica.

Quadro 10: Observações do validador 1 para as AI

| Observação do validador 1 | Tópico observado | Sugestão de correção |
|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | Teor investigativo | 1.1. Não fornecer a lista de materiais para elevar o teor investigativo e destinar a organização do procedimento a uma pesquisa em casa ou no laboratório de informática. Porém, sugere que do jeito que está posta a AI é a mais adequada para alunos com pouca experiência em investigações. |
| | | 1.2. Deixar mais claro no Quadro 2 em que momento será realizada a discussão em grupos e a que o material se refere ao perguntar “O que foi modificado?” |
| | | 1.3. Essa atividade está no Grau III de investigação, segundo Carvalho (2006), pois sugere que o aluno obtenha dados e posteriores conclusões. |
| 2 | Capacidades de pensamento crítico | 2.1. Sugere deixar claros os momentos de discussão em pequenos grupos e com toda a sala para que os alunos possam saber a que se refere cada momento, e que assim a capacidade de “Procurar contra-evidências” seja mais compreensível. |
| 3 | Redação do Caso | 3.1. Sugere que o último parágrafo do caso seja reescrito retirando a palavra “objetivo” e sendo colocado na forma de pergunta, a fim de aumentar o potencial da atividade de desencadear a investigação, não expondo claramente o objetivo da mesma. |

Nas observações do campo de Teor Investigativo o validador 1, que se trata de um mestre com dissertação na produção de atividades investigativas, fez colocações que

versaram sobre a o enquadramento investigativo das atividades e sobre formas de elevar esse teor investigativo.

O validador 1 forneceu algumas colocações sobre o não fornecimento de algumas informações, elevando assim o caráter investigativo da atividade. Orienta para que algumas informações sejam suprimidas e que ao invés de fornecer a informação na atividade para o aluno, que seja adicionada ao andamento da atividade uma pesquisa no laboratório de informática ou em casa.

Consideramos essa colocação pertinente, pois embora nenhuma investigação deva partir do zero, é pertinente que cada vez mais seja entregue nas mãos dos alunos a responsabilidade pela compreensão e execução das etapas da atividade. Essa colocação será ponderada para que os níveis intelectuais sejam respeitados e que a disponibilidade de informações específicas seja conhecida.

Vale ressaltar que o validador aponta para as habilidades investigativas dos alunos, pois segundo ele para a maioria dos alunos um nível de investigação mais baixo seria mais confortável. Para Hodson (1988) o talento experimental não é algo inato, mas sim, algo construído ao longo de um período formativo e que pode ser transferido para outras atividades. Ou seja, habilidades manipulativas de tomada de medidas com vidrarias, por exemplo, constituem uma experiência fundamental para o bom desempenho do estudante em práticas experimentais mais complexas, que exigirão dele autonomia diante do objeto de estudo.

Segundo o validador 1, baseado em Carvalho (2006), a atividade se enquadra em nível de investigação grau III. Uma releitura da organização proposta por Carvalho está mostrada na tabela 1, onde é discutida sua proposição para pensar sobre os diferentes níveis de investigação que uma atividade pode apresentar.

Sendo assim, para o validador 1, as AI's desenvolvidas possibilitam que os alunos obtenham dados e tirem conclusões com independência. Nesse ponto, discordamos da análise, pois não foi fornecido nenhum roteiro fechado para os alunos seguirem fielmente, ou seja, os alunos terão que decidir sobre que caminhos tomar. Nesse sentido e baseado nas ideias de níveis de investigação mostradas acima, acreditamos que as atividades se aproximam do grau IV, porém, seria necessário que os alunos tivessem maior autonomia na escolha dos materiais para que o grau IV se consolidasse.

O validador também sugere que os momentos de discussão coletiva e em pequenos grupos sejam mais claramente sinalizados. Julgamos isso fundamental para o

bom desenvolvimento da AI, pois são nesses momentos de discussão que os alunos podem reelaborar suas ideias sobre o processo investigativo e chegar a outras conclusões. Evocando até mesmo outras capacidades de Pensamento Crítico que serão discutidas posteriormente.

Quadro 11: Observações do validador 2 para a AI “Como é possível identificar a quantidade de calorias dos alimentos”

| Observação da validadora 2 | Tópico observado | Sugestão de correção |
|----------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Teor investigativo | 1.2. Segundo a análise do validador 2, a atividade investigativa encontra-se no Nível 2, conforme definição posta por Tamir (1990) e adaptado por Sá e colaboradores (2007). O nível 2 é caracterizado pelo fornecimento apenas do problema de investigação, as demais etapas de “Procedimentos” e “Conclusão” são deixadas em aberto para que aluno execute com independência. |
| 2 | Capacidades de pensamento crítico | 2.1. Sugere que os quadros apresentados expressam capacidades de pensamento crítico referentes às atividades investigativas. Porém, compreende que em muitos momentos a atividade expressa capacidades menos elaboradas. |
| | | 2.2. Quanto ao Caso Investigativo, o validador 2 sugere que ele expressa as capacidades elementares de “focar numa questão” e de “analisar argumentos”. |
| | | <p>2.3. Abaixo são indicadas as capacidades que o validador 1 considera como expressas no material.</p> <p>. Quadro 1 – Coluna 1: Não expressa capacidade, só contribui para a investigação.</p> <p>. Quadro 1 – Coluna 2: “Fazer e responder a questões de clarificação ou/e desafio”. Além de que é possível recorrer a capacidade de “Fazer e avaliar induções”, pois o aluno precisa formular uma hipótese para explicar a função de um material específico utilizando evidências.</p> <p>. Quadro 1 – Coluna 3: “Fazer e avaliar observações”.</p> <p>. Quadro 2 – Coluna 2: “Focar em uma questão” e “Fazer e</p> |

| | | |
|----------|-----------------|--|
| | | avaliar observações”. . Quadro 2 – Coluna 3: “Analisar argumentos” e “interagir com os outros”. . Quadro 3 – Coluna 1: “Fazer e responder a questões de clarificação e desafio”. . Quadro 3 – Coluna 2: “Analisar argumentos”. . Quadro 3 – Coluna 3: “Analisar argumentos” e “interagir com os outros”. |
| 3 | Redação do Caso | 3.1. Sugere que a redação do caso está compreensível, embora exista muito a repetição do nome do garoto... Jorge, Jorge, Jorge. |

A validadora 2, que é uma mestra com dissertação que abordava as atividades investigativas e o pensamento crítico, também fez um exercício de identificar em que nível de investigação as AI's se encontram. Porém, a mesma utilizou uma base teórica diferente para essa análise, porém semelhante a que foi usado pelo validador discutido anteriormente.

Uma vez que a validadora apontou o nível 2, significa que a etapa de delimitar um procedimento e de tirar conclusão são desempenhadas pelo aluno com independência. Observa-se que o validador 1 e a validadora 2 encontram em desacordo neste momento, mas, como já mencionado, acreditamos que não foram fornecidos elementos suficientes que caracterizem o fornecimento de um procedimento experimental. É possível que os diferentes referenciais utilizados pelas validadoras possam abrir margens para naturezas diferentes de discussão e isso pode ter gerado um desacordo.

Porém, outras formas de análise serão desenvolvidas para reduzir os ruídos desenvolvidos por esse primeiro movimento de validação.

Nas correções 2.2. e 2.3., a validadora indica outras capacidades de pensamento crítico que estão expressas no material. No quadro acima essas capacidades são mostradas assim como em qual momento da atividade é expressa cada capacidade. Concordamos com todas as atribuições feitas pela validadora quanto à atribuição de capacidades, sendo que consideraremos tais capacidades nas reformulações que forem feitas no material. Somente ressaltamos que a capacidade de “Interagir com os outros” pode ser compreendida de forma reducionista, porém, esta pesquisa não teve acesso a referenciais que expliquem detalhadamente as capacidades de PC. “Interagir com os

outros” não está no âmbito do simples diálogo ou troca de informações, mas sim no âmbito da decisão conjunta e reflexão sobre argumentos em conjunto (BARRETO, 2019).

No quadro 12, são apresentadas as contribuições da validadora 3.

Quadro 12: Observações do validador 3 para as AI

| Observação do validador 4 | Tópico observado | Sugestão de correção |
|---------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Teor investigativo | 1.1. Na atividade experimental sobre higienização de alimentos a validadora pensa que o procedimento experimental poderia ser deixado mais específico, explicando a função das substâncias. |
| 2 | Capacidades de pensamento crítico | <p>2.1. Considera que as capacidades as quais as atividades se propuseram foram expressas.</p> <p>2.2. Abaixo são indicadas as capacidades que o validador 3 considera como expressas no material.</p> <p>. Quadro 1: Capacidade de “Analisar argumentos” e “Fazer e avaliar observações”.</p> <p>. Quadro 2 – Coluna 3: Capacidade de “Interagir com outros” com o descritor “Apresentar uma posição a uma audiência particular”.</p> <p>. Quadro 3 – Coluna 3: Capacidade de “Analisar argumentos” com o descritor “Identificar conclusões” e a Capacidade de “Interagir com outros” com o descritor “Apresentar uma posição a uma audiência particular”.</p> |

Quanto ao teor investigativo a validadora três considera interessante fornecer mais informações sobre os reagentes presentes no experimento. Embora informações sejam pertinentes para o desenvolvimento da prática, acreditamos que suprimir algumas informações pode fortalecer o caráter investigativo da atividade e assim fazer que eles interpretem o fenômeno de acordo com seus conhecimentos. Pensamos também que a ausência de um procedimento mais específico pode envolver os estudantes em um processo de criação onde a autonomia é exercida por eles.

Nas capacidades de pensamento crítico nota-se uma forte aproximação com as capacidades apontadas pela validadora 2. Dessa forma, as capacidades de “Analisar

argumentos” e de “Interagir com os outros” são as que representam consenso durante o processo de pesquisa.

É possível justificar isso retomando algumas discussões anteriormente feitas. Sendo as AI's resultado de uma abordagem essencialmente sócio-interacionista, faz sentido que durante a validação sejam encontradas capacidades como a de interagir com os outros.

A partir disso, podemos sugerir outro princípio de design: As características sócio-interacionistas das atividades investigativas se alinham ao pensamento crítico em busca da interação entre membros do mesmo grupo ou entre toda a sala.

As observações realizadas pela validadora 4 são mostradas no quadro abaixo:

Quadro 13: Observações do validadora 4 para as AI

| Observação do validador 4 | Tópico observado | Sugestão de correção |
|----------------------------------|-------------------------|---|
| 1 | Teor investigativo | 1.2. Embora os estudantes da escola que foi investigada para a construção dessas AI's já tenham visto esse experimento, o teor investigativo atribuído a ele nessa proposta faz que seja um diferencial. |
| | | 1.3. Ressaltou a necessidade do domínio conceitual para o desenvolvimento da AI que discute as calorias dos alimentos. Enquanto que as demais podem ser realizadas para problematizar o assunto. |
| 2 | Redação do Caso | 2.1. Indicou que os casos investigativos se tornaram um bom instrumento para construção da situação-problema e para potencializar o teor investigativo das atividades. |

A validadora 4 realizou comentários mais gerais, porém, a visão de um graduando é importante pois acrescenta uma visão menos contaminada sobre a pesquisa, pensando assim em aspectos mais práticos sobre a aplicação dos materiais em sala de aula.

Todas essas observações apresentadas nos comentários culminaram em reformulações no material e um novo protótipo foi gerado para que se iniciasse a sua testagem em sala de aula.

Por fim, destaca-se a etapa de testagem que envolve a análise do material por 8 (oito) alunos do ensino médio. Os estudantes foram perguntados sobre a clareza da escrita e sobre o grau de investigação que eles gostariam de realizar a atividade. Para isso, cada aluno recebeu três materiais impressos os quais se diferenciavam pelo seu grau de investigação. Foram entregues materiais nos graus II, III e IV para que eles analisassem.

O conjunto de observações descritas pelos alunos é mostrado no quadro abaixo. Escolheu-se a descrição das colocações dos alunos para sintetizar as falas dos mesmos.

Quadro 14: Síntese da colocações dos estudantes

| Tipo de comentário | Descrição das colocações dos estudantes |
|---------------------------|---|
| Redação do caso | Foi consenso entre os estudantes que o caso é compreensível e claro, não sendo necessário lê-lo repetidas vezes para que fosse compreendido. Uma estudante ressaltou a familiaridade que sentiu com o caso, destacando que já havia feito algo descrito no caso, o ato de se questionar sobre um determinado fenômeno e levar o questionamento para a aula. |
| Grau de Investigação | Dentro os 8 (oito) alunos que analisaram o teste, 7 (sete) deles afirmam que o grau mais adequado é o grau II em virtude de sua facilidade e nível de informações, segundo os estudantes o grau III seria desafiador. Somente uma aluna sugeriu o grau III, em virtude de que representaria um desafio para ela e a faria desenvolver novos conhecimentos e tomar decisões. |

Após essa etapa da pesquisa, foi escolhido o grau III para realizar a testagem em sala de aula. Optou-se por este em virtude das características que o CI precisa apresentar, o CI precisa ser desafiador, ou seja, é necessário que a atividade provoque nos alunos a inquietação de um processo investigativo. Assim, os materiais avançaram para o teste em sala de aula enquadrados em um grau III, para que os alunos se sentissem desafiados a participar da prática.

4.3. Reformulação do segundo protótipo: Testagem em sala de aula.

As validações com os especialistas foram fundamentais para o alinhamento teórico do material e para reflexões sobre seu desempenho em sala de aula, porém ainda era necessário observar na prática de sala de aula a desenvoltura dos materiais para levantar discussões e desencadear um processo investigativo. Com isso, o protótipo

gerado a partir das reformulações indicadas pelos especialistas seguiu para o teste em sala de aula.

Para este momento da pesquisa foi escolhida uma das três AI's desenvolvidas para ser testada em aula, esperou-se que a análise da estrutura de uma das AI's nos fornecesse indícios gerais o suficiente para que servissem como indicativos para a reformulação das outras atividades. Essa atitude foi tomada em virtude de aspectos práticos relacionados ao calendário escolar, e foi dialogada com os membros da banca de qualificação desta pesquisa para analisar se estaria metodologicamente coerente. Acreditamos que em virtude das AI's apresentarem os mesmos eixos estruturadores (teor investigativo, Pensamento Crítico e casos investigativos), ou seja, foram construídos sobre os mesmos princípios, é possível encontrar generalizações que forneçam indicativos de reformulações nas três AI's.

A AI escolhida foi “Como é possível analisar o pH dos alimentos?”, esta foi selecionada em virtude da facilidade de acesso aos materiais necessários para sua execução, como por exemplo o extrato de repolho roxo, o limão, a laranja, o tomate, entre outros materiais facilmente encontrados na cozinha.

As atividades foram entregues impressos para uma turma no terceiro ano do ensino médio. A testagem do material ocorreu em uma aula com duração de 50 minutos, porém foi possível utilizar 10 minutos extras da aula do professor seguinte. Foi solicitado que a turma fosse dividida em 4 grupos em função do número de alunos, cada grupo ficou com aproximadamente 5 alunos.

No início da atividade toda a dinâmica da AI foi explicada aos alunos, sendo esclarecido que não seria entre a eles nenhum tipo de passo a passo a ser seguido para realização da prática experimental, mas que eles deveriam se basear no caso investigativo entre a eles para nortear as decisões a serem tomadas. Em seguida foi dado tempo para que eles realizassem a leitura do CI sozinhos, em um momento seguinte o CI foi lido pelo ministrante, com participação dos alunos, para que fosse possível garantir a compreensão do caso e da atividade a ser desenvolvida por eles. Essa foi estratégia utilizada pelo pesquisador para garantir que o problema experimental fosse compreendido, porém ressaltamos que a redação do CI foi analisada por especialistas e por alunos do ensino médio antes de ir para sala de aula.

Após a leitura comentada do caso foram dados alguns minutos para que os alunos escolhessem quais materiais iriam optar por testar e para que eles organizassem os materiais nas mesas. Cada grupo de aluno foi orientador a escolher três materiais e

pegar um frasco que continham extrato de repolho roxo. Em seguida os alunos puderam iniciar os testes para responder ao problema introduzido pelo CI. Os alunos dispuseram de 20 minutos para realizar os testes até que as discussões com toda a sala pudesse ser iniciada, durante a execução dos testes o ministrante questionava os alunos com perguntas, como por exemplo “Como vocês estão fazendo o teste?”, para que os alunos não desenvolvessem uma série de etapas aleatórias sem reflexão sobre o que estavam fazendo.

A divisão aproximada de tempo para cada etapa da aula está mostrada no quadro 14:

Quadro 14: Divisão aproximada de tempo da aula

| Momento da aula | Tempo aproximado |
|--|-------------------------|
| Apresentação do ministrante da aula, explicação sobre a dinâmica da aula e distribuição dos materiais impressos. | 5 minutos |
| Leitura do material por parte dos alunos. | 5 minutos |
| Leitura comentada do material: ministrante e alunos. | 5 minutos |
| Escolha dos materiais que iriam ser testados por parte de cada grupo de alunos, e organização dos materiais nas mesas. | 5 minutos |
| Testes experimentais incluindo os registros escritos. | 20 minutos |
| Início das discussões sobre o preenchimento dos quadros: debate socializado dos resultados. | 10 minutos |
| Finalização do debate com fechamento de ideias e conclusões sobre a prática desenvolvida. | 10 minutos |

Após a finalização do tempo destinado aos testes experimentais, foi iniciado um debate com o objetivo de levantar discussões sobre o preenchimento dos quadros e sobre os procedimentos e resultados produzidos pelos grupos. O ministrante fez questionamentos como: Quais materiais vocês testaram? O que encontraram? Quais conclusões são tiradas a partir dos testes feitos?

Essa etapa é essencial para que os estudantes reformulem seus planejamentos e reflitam sobre o que poderia ser mudado para resultados mais concisos. É a parte da AI destinada a exposição e comunicação das observações feitas pelo grupo para que todos os alunos desenvolvam um processo de reflexão crítica a respeito dos caminhos trilhados na prática.

Para a análise dos registros realizados durante a prática utilizou-se a análise de conteúdo. Na primeira etapa foi feita a leitura flutuante dos registros escritos, para que

as primeiras impressões fossem sendo sentidas e que o material que seria analisado fosse conhecido.

Em seguida foi desenvolvida a etapa de exploração do material, onde foram adotadas sistematizações para organização das ideias. Nesse momento foram escolhidas as categorias de análise, optou-se por usar o conjunto de descritores da capacidade de “Fazer e avaliar induções” como categorias, nomeadamente “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, “Procurar evidências e contra-evidências” e “Procurar outras conclusões possíveis”. Essas categorias foram escolhidas pela sua representatividade para esta pesquisa, constituindo-se como uma forma de organização da análise que possibilita melhor compreender se o objetivo dos materiais didáticos foram atingidos.

Para uma análise mais detalhada do descritor “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, o mesmo foi desmembrado em duas categorias “Delinear investigações” e “Controle de variáveis”. Acredita-se que a análise dessas categorias separadamente pode fornecer indícios mais precisos sobre a mobilização deste descritor.

Para a indicação das anotações no material entregue aos alunos foi adotada a seguinte legenda: G1 (grupo 1), G2 (grupo 2) etc. Adotou-se essa legenda, pois consideramos que as respostas presentes no material são representativas de todo grupo, e não de alunos específicos. Para as falas provenientes dos registros audiovisuais adotou-se a legenda: A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) etc.

E no tratamento dos dados, o corpo de informações fornecido pelos registros dos estudantes foi analisado para encontrar indícios de mobilizações dos anteriormente mencionados descritores da capacidade de “Fazer e avaliar induções”.

4.3.1. Delinear investigações

Para analisar a categoria “Delinear investigações” é necessário analisar todo processo de condução da atividade e como ela foi apresentada aos alunos, assim como analisar quais comportamentos dos alunos nos levam a inferir que o descritor foi mobilizado.

Todos os grupos que realizaram a atividade foram provocados a escolher os materiais que iriam realizar a prática. Ao refletir sobre como a AI foi apresentada aos estudantes, percebe-se que as decisões que os mesmos deveriam tomar iam além do que simplesmente escolher um conjunto de materiais para usar dentro de um número maior

de possibilidades oferecidas a eles. Era necessário decidir sobre que tipo de manipulação seria necessária para o material ser testado, ou até mesmo se nenhum tipo de manipulação seria necessário. Por exemplo, se um grupo escolhesse a batata para testar o pH teriam diversas formas de realizar o teste, com a batata inteira, cortada em cubos, em lascas ou até mesmo triturada ou macerada, com água ou sem água.

Outro ponto que também foi entregue para que os alunos decidissem foi a quantidade de cada material que seria usado. Por exemplo, durante a execução da prática observou-se que um grupo testou o limão somente usando água e algumas gotas da fruta, já outro grupo colocou uma rodela de limão junto com o extrato do repolho. Observam-se opções diferentes que até podem levar a resultados parecidos, porém o grupo que espremeu o limão observou uma mudança de cor mais efetiva. Explica-se isso pelo fato da superfície de contato entre a antocianina do extrato de repolho roxo e os ácidos presentes no limão ser maior quando se espreme a fruta, em relação a rodela inteira, onde a parte líquida do limão está dentro dos gomos.

A figura 3 mostra alguns alunos de um grupo discutindo sobre como proceder na análise dos alimentos escolhidos, momento que mobiliza a tomada de decisão por parte do aluno.

Figura 3: Alunos executando AI com os materiais escolhidos



4.3.2. Controle de variáveis

Para buscar indícios da mobilização de “Controle de variáveis” foi utilizada a pergunta “O que foi medido?” no material didático. Buscava-se com essa pergunta fazer os alunos refletirem sobre a variável possível de ser analisada com o teste, sendo que a variável precisa apresentar algum parâmetro para ser mensurável. No caso da AI testada com os alunos, a principal variável que possuía parâmetros para ser analisada e comparada é o pH (potencial hidrogeniônico), uma vez que foi fornecida aos alunos uma escala de pH e o teste possibilitava a identificação dessa grandeza. Abaixo são mostradas algumas falas dos estudantes que contribuem para a crença de que o “Controle de variáveis” foi mobilizado.

“Nível de acidez de cada alimento.” (G3)

“Ácido do limão” (G1)

“O pH, a cor” (G5)

Observa-se nas respostas acima mostradas que os estudantes conseguiram indicar corretamente a variável que poderia ser manipulada no teste. Observa-se que as respostas do G3, G1 e G5 giram em torno do nível de acidez que pode ser analisado pelo teste, isso pode representar um indício de que a variável foi identificada pelos alunos.

Observações no registro audiovisual e na própria dinâmica de aplicação que podem contribuir com esse indício. O diálogo mostrado abaixo pode fornecer importantes informações.

“Como vocês testaram a batata? Cortaram ela miudinha, né isso?” (Ministrante)

“Isso, e colocamos o repolho roxo e água” (A1)

“E aí vocês dizem que o teste foi não conclusivo. Alguém tem alguma sugestão de como poderia ter sido feito diferentes?” (Ministrante)

“Se botasse na batata e colocasse o negócio ... (sons inaudíveis)” (A2)

Risos

“Ele pensou em pingar o líquido do repolho roxo em cima da batata sem misturar as duas” (A3)

“A gente tentou também” (A1)

“É, a gente tentou” (A4)

“Mas não deu certo” (A1)

Observa-se que além da variável principal que poderia ser analisada, o pH, o processo de planejamento da investigação também introduz algumas situações nas quais o controle de variáveis é possível. Por exemplo, no debate acima o ministrante questiona os alunos de um grupo sobre sua colocação de que o teste de pH com a batata

não havia sido conclusivo, pois a coloração permaneceu roxa. O ministrante realiza um questionamento para toda a sala sugerir uma nova forma de executar a prática, e se observa na sugestão do A1, explicada melhor pela A3, que os estudantes começam a perceber que podem manipular a forma como o material pode ser preparado antes de executar o teste. A batata, por exemplo, poderia ser testada em rodelas, cortada em pequenos pedaços, macerada com água ou sem água. Isso se constitui como mais uma variável que foi debatida no processo investigativo.

Porém, existiram registros que indicam que durante a realização dos testes os alunos não conseguiram pensar sobre a variável principal do teste, seja respondendo inadequadamente, ou até mesmo não apresentando respostas.

“Um dedo de líquido”(G2)

“Um pedaço”(G2)

Nas respostas do G2, observa-se que não é fornecida a variável do teste, mas sim uma quantidade de materiais. Por mais que a quantidade do material testado possa ser uma variável no teste, não foi a variável mensurada pelo mesmo. O grupo G4 não apresentou resposta para a pergunta “O que foi medido?”, isso pode ter sido causado por falta de atenção durante as explicações sobre o preenchimento do material, ou até mesmo pela incompreensão da variável que seria analisada. De qualquer forma, o não preenchimento do G4 pode representar que o material precisa deixar de forma mais explícita o questionamento sobre a variável.

4.3.3. Procurar evidências e contra-evidências

Para identificar se os alunos conseguem mobilizar o descritor “Procurar evidências e contra-evidências” foram utilizadas dois espaços nos quadros presentes na AI, a saber: “A partir de discussões em grupo e com o auxílio do professor, concluímos que...” e “As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são...”.

Buscou-se com o primeiro questionamento identificar se os estudantes conseguem utilizar as evidências experimentais para tirar conclusões que estejam baseadas nestas observações. E com o segundo questionamento buscou-se saber se os estudantes conseguem olhar para o conjunto de observações feitas e analisar se existe alguma que represente um contraponto, ou seja, algo que vá de encontro ao que foi concluído. Acredita-se que isso pode fortalecer a capacidade do aluno de olhar de forma

pragmática para a atividade experimental, e não incentivá-lo a ter uma visão direcionada dos resultados experimentais.

As falas abaixo são recortes que mostram que os estudantes conseguem identificar as evidências dos testes.

“Já sabíamos que o limão seria um ácido e o teste apenas confirmou”(G5)

“Observou-se que ao botarmos o limão, água e ao extrato de repolho roxo ficou com uma aparência de rosa clarinho”(G4)

“Que a mistura ficou no tom rosado, logo, sabemos que é ácido”(G1)

Observa-se que na resposta do G5 anteriormente mostrada além de ter identificado a uma evidência no teste sobre o nível de acidez do limão, o grupo afirma já possuir uma hipótese sobre o resultado do teste, o que fortalece a afirmação da pesquisa de que o material é investigativo. Afirma-se isso por conta de que o levantamento de hipóteses é algo inerente às atividades investigativas, logo acredita-se que o material elaborado nesta pesquisa fornece condições para que o levantamento de hipóteses seja mobilizados pelos alunos.

Os G4 e G1 indicam a mudança de cor como a evidência mais plausível para identificar o nível de acidez de uma amostra. Acredita-se que esses indícios nos fornecem bases para afirmar que o descritor de “Procurar evidências” foi mobilizado pelos estudantes.

Abaixo são mostradas falas que fornecem indícios de que o descritor “Procurar contra-evidências” foi mobilizado. Chama-se atenção para o fato de que foram escolhidos recortes dos mesmos grupos mencionados anteriormente, adotou-se essa organização para que seja mais fácil para o leitor identificar as evidências e contra-evidências mostradas pelos grupos.

“O tomate e o extrato deu reação. Porém como o tomate tem cor avermelhada pode ter influenciado”(G5)

“Que não houve uma cor na escala de pH”(G4)

“Na substância do limão ficamos entre 1 e 2”(G1)

No registro do G5 logo acima mostrado é possível identificar que o grupo considera que a cor do alimento pode influenciar na cor visualizada no teste, logo, isso poderia ser uma contra-evidência para a conclusão de que o tomate é ácido.

No registro do G4 e do G1 observa-se que existiu uma dúvida sobre qual pH seria correspondente a cor observada no teste, os alunos consideraram essa dúvida com algo que causaria incerteza para concluir o pH da amostra, logo, deveria ser uma contra-evidência.

Inferese que o descritor “Procurar contra-evidências” foi mobilizado pelos estudantes em virtude dos registros coletados no processo de testagem do material em sala de aula.

4.3.4. Outras conclusões possíveis

Para identificar a mobilização do descritor “Outras conclusões possíveis”, foi realizada a análise das respostas dadas no preenchimento do quadro “A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que...”. Essa pergunta é feita somente após as discussões em grupo, pois acredita-se que é a partir da socialização, prevista pela natureza sócio-interacionista das AI's, que as ideias podem ser reformuladas a partir da contraposição de argumentos dos demais alunos.

Buscou-se com esse quadro identificar quais conclusões é possível chegar a partir dos debates desenvolvidos em grupo, espera-se que os estudantes pensem de forma diferente, observem o que talvez tenha passado despercebido durante a execução da prática, compreendendo a atividade em sua dimensão mais ampla.

“A cor do alimento pode influenciar no resultado. Alguns alimentos inconclusivos, observou-se reações de neutralização entre ácidos e bases”(G3)

“Que a mistura do repolho com o tomate influenciou na cor da substância”(G1)

“Misturar bicarbonato com o ácido da neutra”(G5)

O G3 e o G1 manifestam a compreensão sobre a influência da cor do alimento para a definição do teste, indicando que os resultados podem ser inconclusivos. Preencheram o quadro com síntese de observações tiradas pelo grupo e pelos outros grupos após a socialização. A discussão sobre neutralização surgiu em um grupo específico e em seguida foi socializado pelo ministrante para toda sala, e observa-se que o G3 e o G5 colocaram isso em suas respostas para “outras conclusões possíveis”.

O diálogo abaixo mostra o momento em que a discussão é socializada para toda a sala.

“Pessoal, vejam que interessante. O grupo aqui usou o bicarbonato, e usou vinagre. Ai eles resolveram misturar os dois. Quando misturaram obtiveram essa cor (*ministrante mostra o recipiente*). Quando está verde e vermelho quais são os valores de pH? É ácido ou base? Vejam ai na escala”(Ministrante)

“Vinagre é ácido, e o verde é básico!”(A6)

“E quando misturou os dois, ficou qual pH?” (Ministrante)

“Ficou roxo, então é neutro” (A3)

“Então quando mistura os dois acontece uma reação que a gente chama de quê? Lembram?” (Ministrante)

“Neutralização” (A3)

Observa-se a socialização dos resultados e das manipulações feitas é essencial para que todos os alunos reformulem suas ideias e conclusões. Ressalta-se também o quanto é importante o professor ser sensível a necessidade da condução pedagógica para que o caráter investigativo se consolide. Pois, é necessário identificar durante o processo de ensino quais informações são cruciais para desencadear a investigação e a reformulação das ideias.

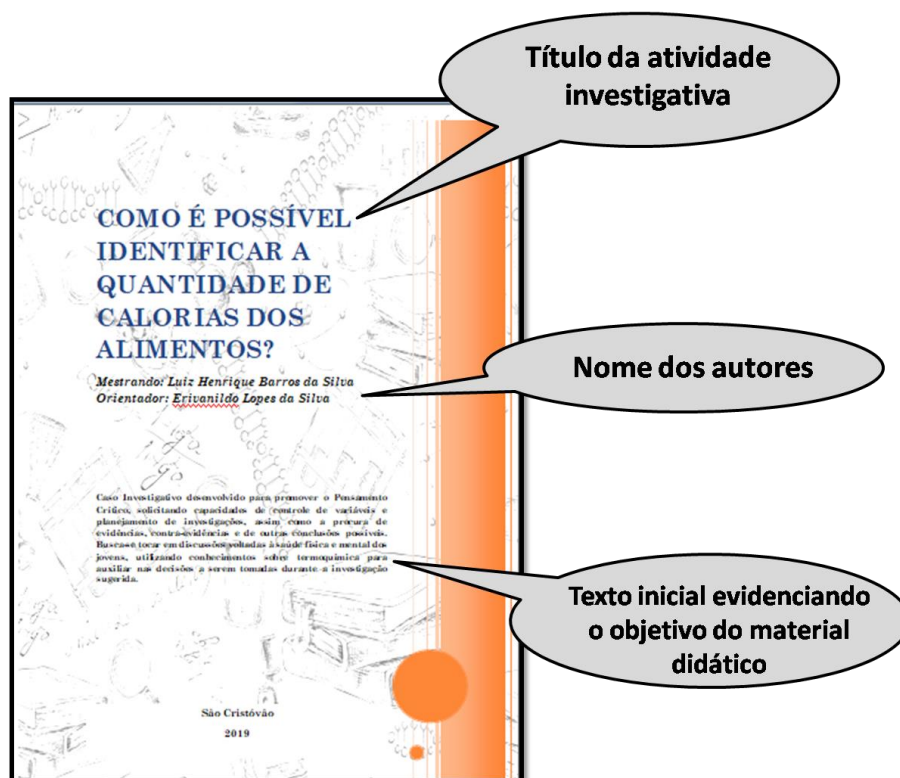
Fechamos os resultados e discussões desta pesquisa afirmando que os processos de pesquisa adotados revelam que os descritores que buscavam ser mobilizados pelas atividades foram de fato alcançados. As evidências fornecidas pelos especialistas e pela testagem em sala de aula indicam que as atividades potencialmente podem mobilizar os descritores “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, “Procurar evidências e contra-evidências” e “Procurar outras conclusões possíveis”.

4.4. Protótipo final

No apêndice II estão mostradas as versões finais das atividades investigativas elaboradas, contudo, nesta sessão busca-se mostrar uma explicação detalhada dos produtos gerados mostrando seu alinhamento com os pressupostos teóricos que nortearam a pesquisa. Objetiva-se explicar ao leitor onde cada parte do referencial teórico foi contemplada no material e elucidar alguma dúvida sobre as alterações que foram possíveis a partir dos ciclos de testagem.

Serão mostradas logo abaixo figuras que foram construídas a partir de *print screen* da tela do computador e os balões foram adicionados para indicar o objetivo de cada etapa da atividade.

Figura 4: Imagem explicativa da 1ª página da atividade

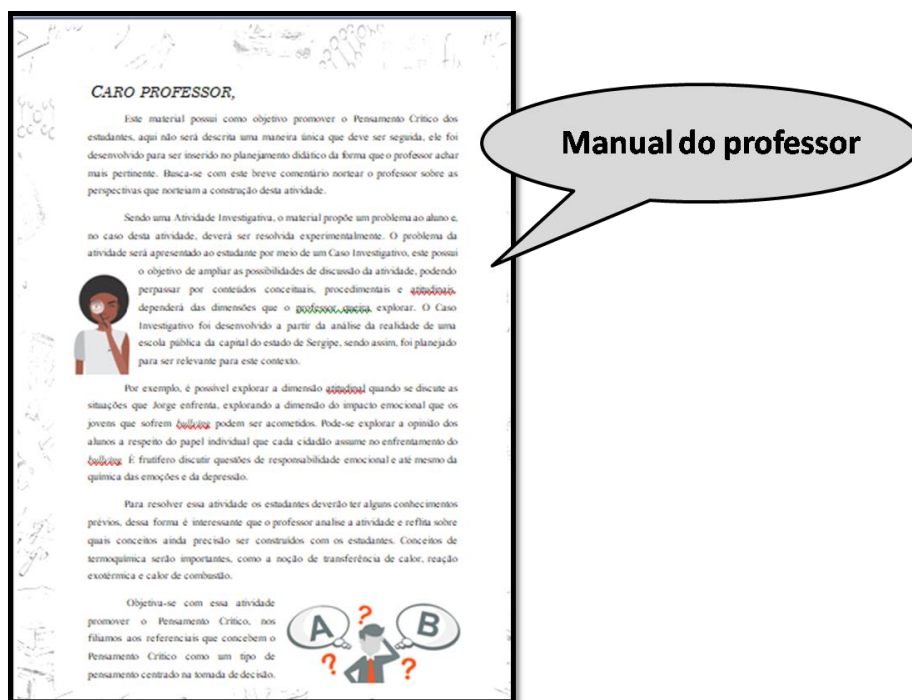


Na figura 4, que representa a 1ª página da atividade, é mostrada a capa da atividade investigativa. Apresenta-se em destaque o título da atividade, o nome dos autores do material, um breve resumo dos objetivos da atividade e o local e data da produção. Escolheu mostrar somente uma das atividades nesta sessão, uma vez que todas as atividades possuem a mesma estrutura podem-se generalizar as explicações aqui mostradas para todas as atividades.

No texto inicial presente na capa da atividade são descritas as capacidades de PC que busca-se expressar com o material. Optou-se por apresentar o conjunto de capacidades no texto inicial para que desde o primeiro com a atividade compreendam-se seus objetivos formativos. Como orientam Tenreiro-Vieira e Vieira (2001) o ensino do PC deve ser intencional e explícito.

Ressalta-se que as imagens aqui mostradas são utilizadas para elucidar os objetivos de cada parte da atividade, as versões finais das três atividades com todas as alterações que foram feitas a partir dos ciclos de testagem constam no apêndice II desta pesquisa.

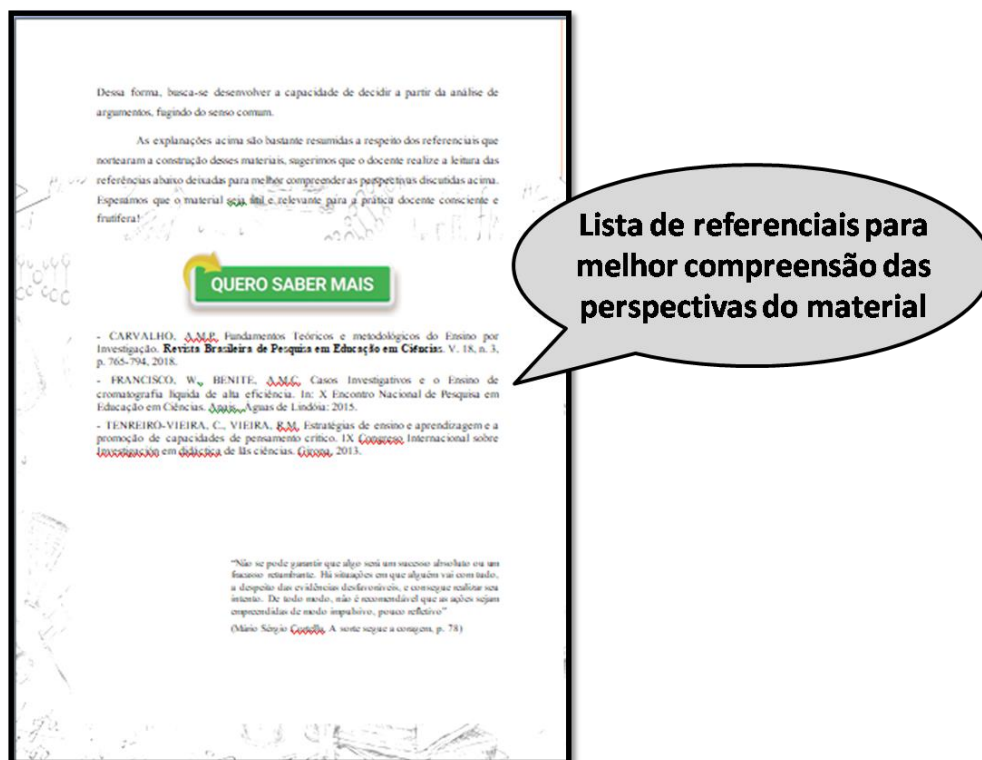
Figura 5: Imagem explicativa da 2ª página da atividade



Na figura 5 é mostrada a 2ª página do material onde inicia-se um breve guia de recomendações para o professor. Esse material não precisa ser lido pelos alunos, mas para o docente é importante pois traz esclarecimentos a respeito da construção do material. São elucidadas questões a respeito das diversas formas que o material pode ser usado, além de esclarecer que se trata de uma atividade pontual que exige do professor reflexão a respeito do momento mais oportuno para inserir a atividade em seu planejamento didático.

No guia ainda são explicadas as etapas da atividade e seus respectivos objetivos e possibilidades de uso. Continuando o guia do professor, é mostrado na figura 6 o final do guia.

Figura 6: Imagem explicativa da 3ª página da atividade



Segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2001) é necessário conhecer o PC para que seja possível promovê-lo nas aulas, em outras palavras, para realizar um ensino intencional é necessário conhecer o PC e as capacidades que busca-se desenvolver. Nesse sentido, foram escolhidas três referenciais da área de ensino de ciências para servirem de referência para que os professores que executem a atividade conheçam as perspectivas teóricas da atividade.

É fortemente recomendada a leitura dos materiais, pois dentro da matriz teórica que ampara a pesquisa é necessário intencionalidade nas ações para que os objetivos sejam alcançados. Dessa forma, foram indicadas leituras sobre Atividades Investigativas, Pensamento Crítico e Casos Investigativos, as três linhas teóricas que unem-se na construção do material.


Figura 7: Imagem explicativa da 4ª página da atividade

MATERIAL DO ALUNO

COMO É POSSÍVEL IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE CALORIAS DOS ALIMENTOS?

Jorge é um jovem de 15 anos que enfrenta problemas com a balança, seu Índice de Massa Corporal (IMC) é de 31, sendo considerado com obesidade grau I. Jorge já frequentou diversos nutricionistas e preza por manter uma dieta indicada por esses profissionais. Mesmo assim, sente dificuldade em diminuir o peso, isso impacta na sua autoestima e em alguns problemas de saúde, como o cansaço excessivo.

Na escola, Jorge já passou por problemas associados a palavras agressivas relacionadas ao seu peso vindas de colegas. Em uma ocasião particular, Jorge precisou se ausentar da escola, pois se sentiu mal e teve uma crise de ansiedade. O garoto revelou que se sentia em constante conflito por seguir as orientações médicas e mesmo assim não conseguir baixar seu peso. Jorge se sentia mal na escola, pois outros jovens zombavam dele, criando apelidos depreciativos sem saber que ele se dedicava fielmente durante anos a uma dieta, sem sucesso.



Em um determinado momento a mãe de Jorge começou a pensar que a causa para o peso do filho poderia estar atrelada a fatores biológicos e não a uma alimentação desequilibrada.

Sabendo que estava estudando as calorias dos alimentos na aula de Química, Jorge conversou com a **Prof.** de Química, Cristiane, que conhecia sua história e seus desafios na escola. Cristiane resolveu propor uma aula onde as calorias de alguns alimentos que Jorge ingeria seriam quantificadas, percebendo-se que sua alimentação era equilibrada, e que outros fatores interferiam no seu peso.

Durante a aula de Química, a professora explicou as bases teóricas de um calorímetro e disponibilizou uma versão improvisada com **caixa de leite** deste equipamento. Forneceu também um **termômetro**, **palito de fósforo**, **vela** e **amostras de alimentos**. A professora desafia os alunos.

Título do caso investigativo

Parte escrita do caso investigativo

Imagem que auxilia na compreensão da ideia do caso

Na primeira página do material do aluno é apresentado o título e o caso investigativo começa e ser apresentado. São mostradas nos casos imagens que dialoguem com a história contada no caso e que ampliem as possibilidades de discussões.


Figura 8: Imagem explicativa dos elementos do caso

MATERIAL DO ALUNO

COMO É POSSÍVEL IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE CALORIAS DOS ALIMENTOS?

Jorge é um jovem de 15 anos que enfrenta problemas com a balança, seu Índice de Massa Corporal (IMC) é de 31, sendo considerado com obesidade grau I. Jorge já frequentou diversos nutricionistas e preza por manter uma dieta indicada por esses profissionais. Mesmo assim, sente dificuldade em diminuir o peso, isso impacta na sua autoestima e em alguns problemas de saúde, como o cansaço excessivo.

Na escola, Jorge já passou por problemas associados a palavras agressivas relacionadas ao seu peso vindas de colegas. Em uma ocasião particular, Jorge precisou se ausentar da escola, pois se sentiu mal e teve uma crise de ansiedade. O garoto revelou que se sentia em constante conflito por seguir as orientações médicas e mesmo assim não conseguir baixar seu peso. Jorge se sentia mal na escola, pois outros jovens zombavam dele, criando apelidos depreciativos sem saber que ele se dedicava fielmente durante anos a uma dieta, sem sucesso.

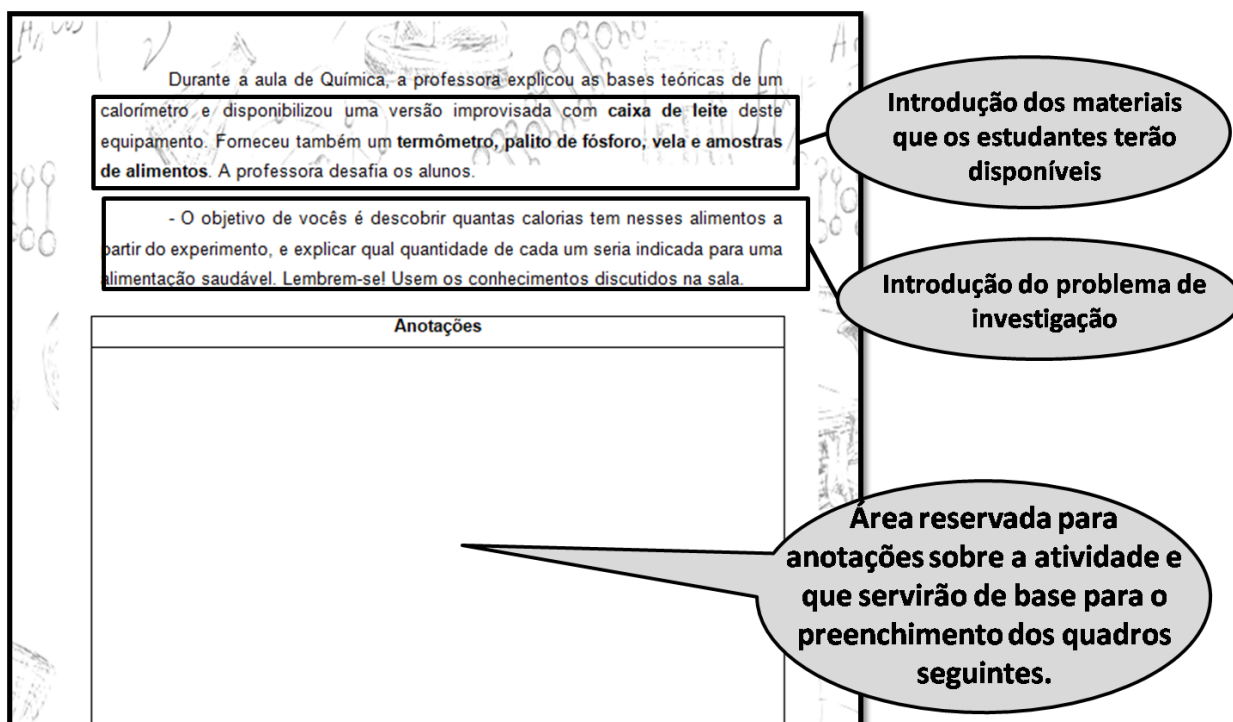


Partes do caso colocadas para caracterizar um conflito vivido pelo personagem gerando empatia por ele

a

figura 8 é destacada uma parte do caso investigativo onde são apontados trechos que auxiliam na percepção das intencionalidades do caso. Segundo Herreid (1998), duas das características de um bom caso é contar uma história e criar empatia com o leitor. Na figura 8 são destacados alguns trechos do caso que evidenciam conflitos e problemas enfrentados por um personagem. O personagem, suas características e seus problemas que serão relatados no caso são explicados a fim de nortear o leitor sobre a história que será contada e sobre quem são as personagens que a compõe. São descritos sentimentos e situações que auxiliem o leitor na compreensão das emoções que Jorge, personagem do caso, sentiu ao vivenciar determinados conflitos. Uma vez que o caso foi construído a partir de um tema indicado no processo de pesquisa como relevante para os estudantes espera-se que seja mobilizada a empatia dos estudantes a partir da história contada.

Figura 9: Imagem explicativa dos elementos da 2ª página do caso



Na parte final do caso, após todo enredo ter sido desenvolvido, é exposto o problema de investigação e quais elementos constituirão os testes experimentais que servirão de base para a resolução do problema. Esse problema é introduzido ao final da narrativa no momento em que o leitor já está consciente dos problemas enfrentados pelo personagem, auxiliando na compreensão de que os problemas surgem na sociedade e a ciência é uma ferramenta para a resolução de tais situações.

Segundo Carvalho (2018), uma das principais características que deve-se buscar quando se planeja uma atividade investigativa é a presença de um problema

central. A pesquisa pré-liminar discutida na metodologia deste trabalho foi uma tentativa de consolidar um problema para o público desta pesquisa e não somente para os pesquisadores.

Pode-se recorrer ao erro de criar problemas para a investigação que não representem uma situação-problema para o estudante, se assim for, a atividade irá apresentar teor investigativo, porém não irá gerar empatia. Para que a atividade seja de fato relevante para o contexto de ensino ele deve dialogar com a realidade ali vivenciada.

Optou-se por apresentar a atividade experimental em grau III (CARVALHO, 2018) uma vez que mantém o teor investigativo da atividade e apresenta-se acessível ao nível dos estudantes. São descritos os materiais disponíveis para a execução dos testes, mas é informado um roteiro experimental com um passo-a-passo para a realização da tarefa.

Ainda é deixado um espaço para anotações em geral que os estudantes julguem importante fazer. Esse espaço é importante para que os alunos reservem ideias, percepções e observações durante a realização dos testes que podem ser relevantes para o preenchimento dos quadros que seguem.

Figura 10: Imagem explicativa do 1º quadro da atividade

Quadro 1: Informações sobre os testes realizados

| Nº do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

a

figura 10 é mostrado o primeiro quadro da atividade investigativa, ele pode ser preenchido durante a execução dos testes, pois possui a proposta de organizar as observações e fazer os alunos refletirem sobre os objetivos dos testes realizados. A primeira coluna separa os testes por números, para que os estudantes tenham um espaço separado para preencher as informações de cada teste construído.

As colunas seguintes possuem a finalidade de estimular a reflexão sobre o a atividade. Na segunda coluna é perguntado o que foi usado no teste, espera-se que os alunos descrevam os materiais utilizados em cada teste. Na coluna seguinte, espera-se que os estudantes respondam sobre a finalidade de cada teste, ou seja, o porquê dele ser planejado daquela forma.

Na última coluna pergunta-se o que foi observado no teste, dessa forma os estudantes devem fazer uma síntese dos resultados obtidos com o teste para que nos quadros seguintes tais resultados sejam analisados.

Figura 11: Imagem explicativa do 2º quadro da atividade

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

| Nº do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que... |
|-------------|-------------------|-----------------------|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Busca-se com essa coluna estimular o pensamento por variáveis (Descritor: Controle de variáveis)

Busca-se conhecer o que mudou após a realização do teste (Descritor: Controle de variáveis)

Busca-se conhecer as conclusões tiradas em pequenos grupos, antes da discussão aberta com toda a sala (Descritor: Essencial para introduzir o descritor “Outras conclusões possíveis”)

A partir do quadro 2 da atividade mostrado na figura 11 buscou-se expressar as capacidades de PC mais diretamente. Nas colunas 2 e 3 buscou-se expressar a capacidade de “Controle de variáveis”, sendo assim perguntou-se aos alunos o que eles

estavam medindo em cada teste e o que foi modificado após o teste ser feito, ou seja, quais as variáveis medidas e como elas foram alteradas.

Na coluna 4 busca-se conhecer qual a conclusão que o grupo fez após a realização do teste. Dessa forma, espera-se que os estudantes expressem as interpretações que fizeram dos testes e dos seus respectivos resultados.

Figura 12: Imagem explicativa do 3º quadro da atividade

Busca-se conhecer as observações que não contribuem para a conclusão tirada (Descritor: Buscar contra-evidências).

Busca-se conhecer o que os alunos mudariam após a discussão com toda a sala.

Busca-se conhecer as conclusões que os alunos reformularam após as discussões com toda a sala. (Descritor: Procurar outras conclusões possíveis)

Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| Nº do teste | Mudariamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|-------------|-----------------------------------|--|---|
| 2 | | | |
| 3 | | | |

No quadro 3 da atividade, mostrado na figura 12, possui o objetivo de compreender quais reformulações os estudantes fazem a partir de uma discussão aberta com toda a sala. Nota-se que somente neste momento é que existiu uma discussão aberta em grande grupo, anteriormente as discussões eram desenvolvidas em pequenos grupos.

Na segunda coluna é solicitado ao estudante que escreva sobre as alterações que realizariam no teste que executaram após a discussão com toda a sala. Este campo é importante para materializar o caráter experimental da atividade, pois é necessário para que o grau de liberdade da atividade se manifeste de fato que os estudantes possam refletir sobre os erros dos procedimentos escolhidos pelo seu grupo.

Na terceira coluna busca-se estimular os estudantes a refletir sobre as contra-evidências que são perceptíveis nos testes desenvolvidos. As contra-evidências foram compreendidas nesta pesquisa como as observações que vão de encontro às conclusões tiradas, ou seja, fortalecem uma desconfiança sobre a conclusão. Neste aspecto, espera-se que as discussões com toda a sala auxiliem nas reflexões sobre a estrutura do procedimento criado pelos alunos.

Na quarta coluna busca-se expressar o descritor “procurar outras conclusões possíveis”. É solicitado aos alunos que escrevam outras conclusões a partir das discussões desenvolvidas com toda a sala, ou seja, que reflitam sobre os olhares dos demais colegas e elaborem conclusões diferentes das que foram tiradas inicialmente.

5. CONCLUSÃO

O processo de pesquisa revelou que as atividades investigativas inicialmente desenvolvidas apresentavam teor investigativo e expressavam os descritores de capacidades de Pensamento Crítico pretendidos. Tal evidência foi fortalecida a partir do teste em sala de aula, onde foi possível obter indícios de que os descritores foram atingidos.

Nesse sentido, o *design research* se mostrou uma metodologia eficiente para esse tipo de investigação, principalmente por destacar com clareza a necessidade de buscar estabelecer princípios de *design*. Principalmente quando se fala de desenvolvimento de materiais didáticos que buscam contribuir para a prática docente, esses princípios se tornam ainda mais úteis, pois se constituem como enunciados diretos orientados para a prática.

O processo de pesquisa adotado e orientado pelo *design research* revelou que outras capacidades de pensamento crítico acabam sendo expressas no material quando se busca construir um processo didático com caráter investigativo. Embora as capacidades foco desta pesquisa fossem as capacidades de “planejamento e controle de variáveis”, “procura de evidências e contra-evidências” e “procura de outras conclusões possíveis”, os validadores apontaram para outro conjunto de capacidades que também estão relacionadas com a própria estruturação do processo investigativo, como a capacidade de “focar em uma questão”, “analisar argumentos” e “interagir com os outros”.

A testagem do material em sala de aula fornece indícios que demonstram que as AI's possuem caráter investigativo, que se aproximam de um grau IV, porém sem chegar ao IV. Pois, embora os alunos decidam sobre quais materiais usar, eles escolhem dentro de um conjunto limitado de opções, sendo assim a liberdade de escolha necessária para que o grau IV se consolide não foi atingido.

Observou-se que os princípios de *design* apontados pelo processo de pesquisa são:

- 1) Apresentar o problema a partir de um caso investigativo é uma boa estratégia para fortalecer o caráter investigativo e de envolver os alunos na realização da atividade.

- 2) O problema da investigação deve analisar a realidade concreta da forma mais próxima quanto possível.

3) É imprescindível que a aplicação da atividade seja acompanhada de devida problematização e condução para que o caráter investigativo de fato se consolide, sendo assim é preciso reflexão prévia sobre a atividade.

4) Deve-se buscar situações cotidianas para compor os casos, pois existe a maior probabilidade de que os alunos se identifiquem com o enredo desenvolvido.

5) Deve-se buscar solicitar explicitamente o descritor do Pensamento Crítico que busca-se desenvolver no material. Caso contrário, será mais difícil para aluno compreender que capacidade está sendo solicitada a ele. As validações com especialistas em Pensamento Crítico ocupam especial lugar no processo de pesquisa neste aspecto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, T., SHATTUCK, J. Design-based research: A decade of progress in education research? **Educational research**. V. 41, n. 16, 2012.
- BARBOSA, J.C., OLIVEIRA, A.M.P. Por que a pesquisa em desenvolvimento na educação matemática? **Revista do programa de pós-graduação em educação matemática da universidade federal de mato grosso do sul**. V. 8, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1ª Edição. São Paulo: Edições 70, 2011, 279 p.
- BARRETO, J.V. Jogo simulador de papel como estratégia mobilizadora das capacidades do Pensamento Crítico. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.
- BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções**. *Ciênc. educ. (Bauru)* [online]. 2014, vol.20, n.3, pp.579-593.
- BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNEM+ Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Linguagens, códigos e suas tecnologias**. Brasília, DF: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação: Conselho Nacional de Educação, 2018.
- CARVALHO, A.M.P. (org.) **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017, 152 p.
- CARVALHO, A.M.P. Fundamentos Teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.
- CARVALHO, A.M.P. Habilidades de Professores para Promover a Enculturação Científica. **Contexto e Educação**, ano 22, n. 77, p. 25-49, 2007.
- CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** Editora Brasiliense, 1993.
- FINO, C.N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): Três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**. vol. 14, n. 2, 2001.
- FRANCISCO JR, W. E. **Analogias e Situações Problematicadoras em Aulas de Ciências**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2010, 310 p.
- FRANCISCO, W. **Casos investigativos e relações com o saber no ensino de ciências**. Pedro e João Editores – São Carlos, 2018, 252p.
- FRANCISCO, W., BENITE, A.M.C. Casos Investigativos e o Ensino de cromatografia líquida de alta eficiência. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Anais...Águas de Lindóia: 2015.
- GONÇALVES, F.P., MARQUES, C.A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 11, p. 219-238, 2006.

- HERREID, C.F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**. V. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.
- HODSON, D. Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências. Tradução: Paulo A Porto. **Educational Philosophy and Theory**. Vol. 20, p. 53 – 66, 1988.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. V. 14, n. 1, 2000.
- MATTA, A.E.R., SILVA, F.P.S., BOAVENTURA, E.M. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para a pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEBA**. V. 23, n. 42, 2014.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.
- MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. Campinas, SP: Papirus, 1997.
- OLIVEIRA, R.D.V.L., QUEIROZ, G.R.P.C. (orgs) **Olhares sobre a (in)diferença: Formar-se professor de ciências a partir de uma perspectiva de Educação em Direitos Humanos**. 1ª ed., Editora Livraria da Física – São Paulo, 2015.
- PLOMP, T. **Educational Design Research: an Introduction**. In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. An introduction to educational Design Research. [S.l.]: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development, 2007. p. 9 - 35.
- REEVES, T. Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other developmental strategies. **AERA**. Retrieved Oct. 20, 2006.
- RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O Ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Anais...**Curitiba: 2008.
- SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos como estratégia para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de capacidade de tomada de decisão de alunos de graduação em química.. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do V ENPEC: 2005.
- SANTIAGO, O.P. Perspectivas da abordagem ciência, tecnologia e sociedade e suas relações com as capacidades de pensamento crítico. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.
- SANTOS, W.L.P., SCHNETZLER, R.P. Função social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**. n. 4, p. 28-34, 1996.
- TENREIRO-VIEIRA, C., VIEIRA, R.M. Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. IX Congresso Internacional sobre Investigación em didáctica de las ciencias. Girona, 2013.
- TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R.M. **Promover pensamento crítico dos alunos: Propostas Concretas para a Sala de Aula**. Porto Editora, 2001.
- TOURINHO e SILVA, A.C., MORTIMER, E.F. Estratégias Enunciativas em Atividades Investigativas de Química-Parte 1: A dimensão da interatividade. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Anais...**Florianópolis: 2009.

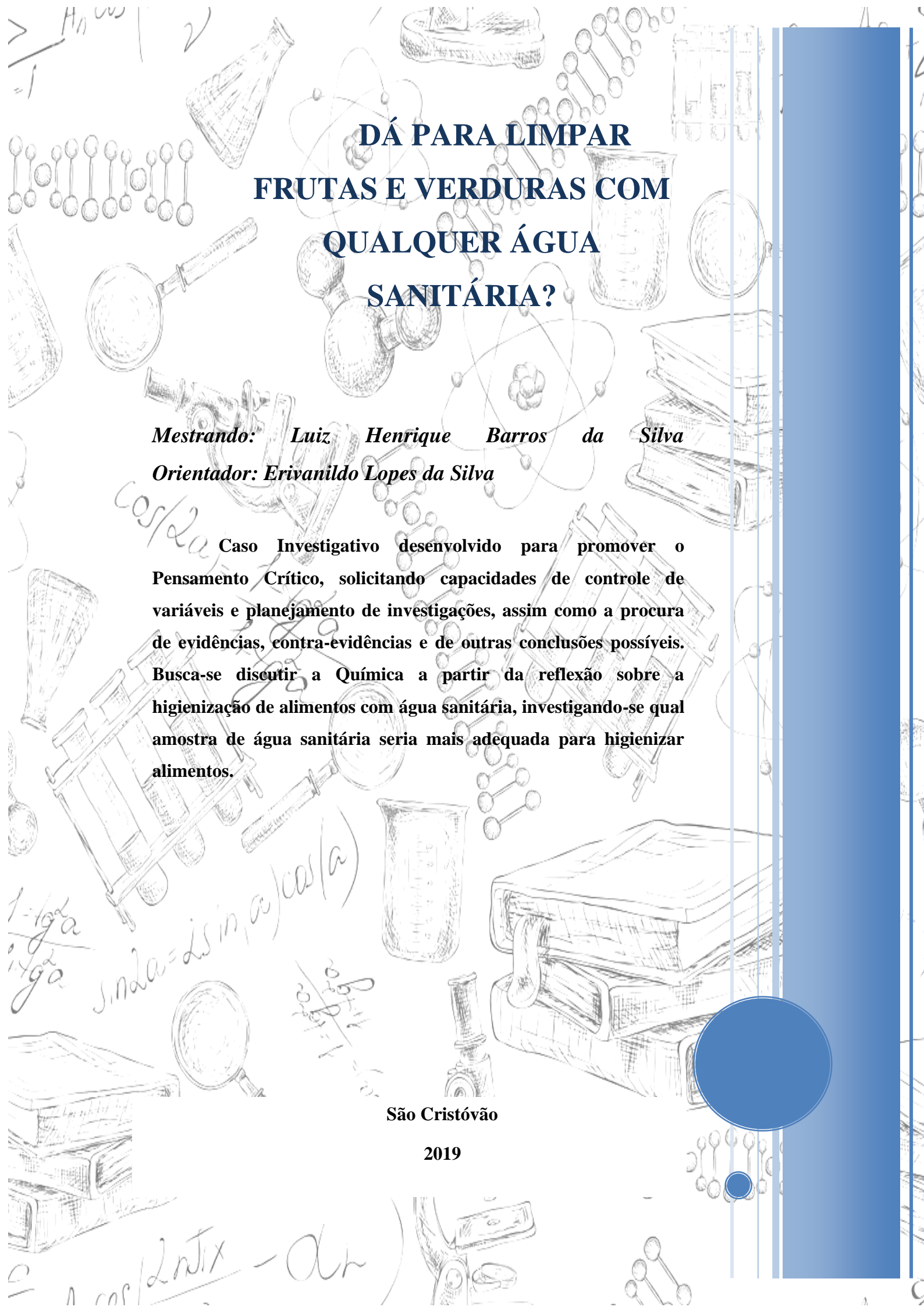
VIEIRA, R.M., TENREIRO-VIEIRA, C. A formação inicial de professores e a didáctica das ciências como contexto de utilização do questionamento orientado para a promoção de capacidades de pensamento crítico. **Revista portuguesa de educação**. V. 16, n. 1, 2003.

VIEIRA, R.M., TENREIRO-VIEIRA, C. Práticas didático-pedagógica de ciências: estratégias de ensino/aprendizagem promotoras do Pensamento Crítico. **Saber e Educar**. n. 20, 2015.

WONG, D., PUGH, K. Learning Science: A Deweyan Perspective. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol. 38, n. 3, p. 317-336, 2001.

ZÔMPERO, A.F., LABURÚ, C.E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE I



DÁ PARA LIMPAR FRUTAS E VERDURAS COM QUALQUER ÁGUA SANITÁRIA?

Mestrando: Luiz Henrique Barros da Silva

Orientador: Erivanildo Lopes da Silva

Caso Investigativo desenvolvido para promover o Pensamento Crítico, solicitando capacidades de controle de variáveis e planejamento de investigações, assim como a procura de evidências, contra-evidências e de outras conclusões possíveis. Busca-se discutir a Química a partir da reflexão sobre a higienização de alimentos com água sanitária, investigando-se qual amostra de água sanitária seria mais adequada para higienizar alimentos.

São Cristóvão

2019

DÁ PARA LIMPAR FRUTAS E VERDURAS COM QUALQUER ÁGUA SANITÁRIA?

Júlia é uma garota bastante questionadora sobre as informações que são passadas a ela, certo dia, ajudando sua mãe na cozinha, questiona o porquê lavar as folhas de alface com uma mistura preparada com água sanitária. A mãe dela explica que sempre prepara uma mistura usando um litro de água e uma colher de água sanitária para lavar as folhas da salada para que todas as bactérias sejam eliminadas.

Curiosa sobre o efeito da água sanitária na descontaminação de alimentos, Júlia pergunta a sua mãe:

- Eu posso usar qualquer água sanitária para higienizar os alimentos? Porque a senhora não colocou a água sanitária da embalagem direto nas folhas de alface?



Sua mãe responde: - Porque a água sanitária vem muito forte na embalagem, vai deixar a comida com cheiro de cloro!

Júlia, sempre questionadora, pergunta: - Cloro? Como assim? Não era água sanitária?

A mãe de Júlia responde, se esquivando de uma resposta: - Eu só sei que água sanitária tem cloro.

Com essa dúvida em mente, Júlia resolveu levar essas indagações para o professor de Química. Onde o mesmo explicou a ela que a água sanitária é uma solução de hipoclorito de sódio com concentração conhecida de cloro ativo. O cloro ativo é a quantidade de cloro na mistura que apresenta atividade bactericida.

Júlia continua com seus questionamentos: - É possível descobrir a quantidade de cloro ideal para higienizar alimentos?

O professor responde: - É sim Júlia, irei elaborar uma prática para que vocês investiguem a quantidade de cloro na água sanitária.

Na aula organizada pelo professor, Júlia encontrou três béqueres bastante semelhantes indicados com os rótulos “Água sanitária 1”, “Água sanitária 2” e “Água sanitária 3”. Existiam alguns outros materiais sobre as bancadas, eles estavam indicados como “Iodeto de potássio-KI”, “Vinagre” e “Amido”.

O professor explica que na presença de cloro e de íons iodeto o amido adquire uma coloração arroxeada. Fornecendo a informação de que a água sanitária

ideal para higienização de alimentos deve ter concentração de cloro ativo próxima a 0,0010g/L, o professor desafia os alunos a encontrar qual das amostras apresenta uma concentração de cloro adequada para higienizar alimentos, utilizando os materiais disponibilizados e o quadro abaixo como parâmetro.

| PADRÕES DE CLORO | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | |
| CLORO RESIDUAL | 0,0024 | 0,0017 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0008 | 0,0006 |

| Anotações |
|-----------|
| |

Quadro 1: Informações sobre os testes

| º do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

| º do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| º do teste | Mudaríamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|-------------------|--|---|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |



COMO É POSSÍVEL ANALISAR O pH DOS ALIMENTOS?

Caso Investigativo desenvolvido para promover o Pensamento Crítico, solicitando capacidades de controle de variáveis e planejamento de investigações, assim como a procura de evidências, contra-evidências e de outras conclusões possíveis. Busca-se problematizar a crescente onda de dietas divulgadas na internet que propõem resultados rápidos e significativos, assim como propor uma investigação que leve aos alunos a conhecer melhor as propriedades ácidas e básicas de alguns alimentos na sua alimentação.

São Cristóvão

2019

Como é possível analisar o pH dos alimentos?

Laís é uma garota de 16 anos que mora no agreste sergipano. Ela e seus pais cultivam alguns alimentos para consumo próprio em uma horta improvisada com garrafas PET. Certo dia, pesquisando sobre “dietas eficientes” na internet, a garota se depara com a informação de que alimentos que possuem características ácidas são mais interessantes para proporcionar a perda de peso.

Intrigada com isso, a garota começa a se questionar quais alimentos da horta da sua casa poderiam ser considerados ácidos para que ela pudesse incorporar em maior



quantidade na sua dieta. Em determinado momento, a garota se questiona aumentar a ingestão de alimentos ácidos poderia acarretar em algum problema físico.

Motivada por essas dúvidas, ela levou o questionamento para a aula de química, pois tinha visto em algum momento as propriedades dos ácidos e bases. Laís, pergunta a professora:

- Professora, é prejudicial à saúde aumentar a ingestão de alimentos ácidos? Eu li em um site da internet que a ingestão de alimentos ácidos em grande quantidade era saudável.

A professora explica a Laís, que nosso estômago já possui substâncias ácidas que auxiliam na digestão dos alimentos, e que o aumento excessivo da ingestão de alimentos ácidos pode provocar episódios de azia ou até mesmo alguma agressão mais severa ao estômago.

Inquieta com a informação, uma vez que tinha visto na internet que a ingestão de muitos alimentos ácidos era saudável para o emagrecimento, Laís pergunta:

- Como posso fazer para identificar a acidez dos alimentos que estou comendo?

Buscando instigar a curiosidade na aula, a professora prepara uma atividade experimental para a aula seguinte:

- Na aula de hoje vou deixar a disposição de vocês alguns materiais para que vocês mesmos encontrem a resposta para a pergunta de Laís. Vocês terão **oito copos plásticos, colheres de plástico, conta-gotas, as amostras de alimentos**

para testar (suco de laranja, de alface, cebolinha, tomate, batata, hortelã), água e o extrato de repolho roxo. Se você estava atenta as aulas de Química, saberá que o repolho roxo é um indicador natural ácido-base, ou seja, ele muda de cor dependendo da acidez ou basicidade do meio.

Supondo que você seja amigo de Laís, como você ajudaria a ela a responder o desafio da professora? Utilize a escala mostrada abaixo.



ANOTAÇÕES

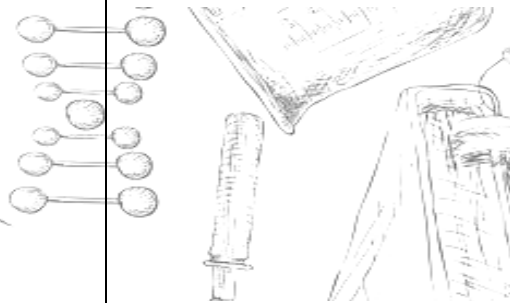
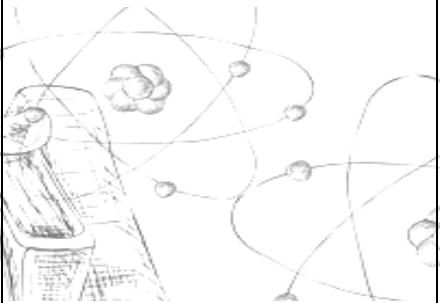
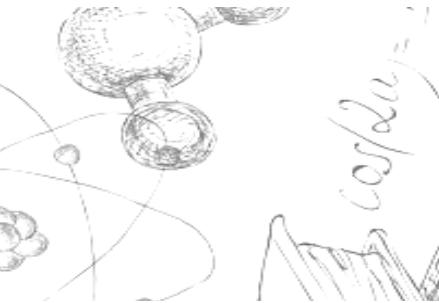
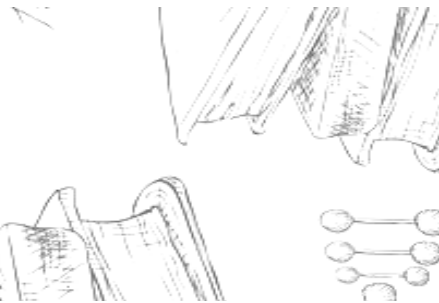
Quadro 1: Informações sobre os testes

| º do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

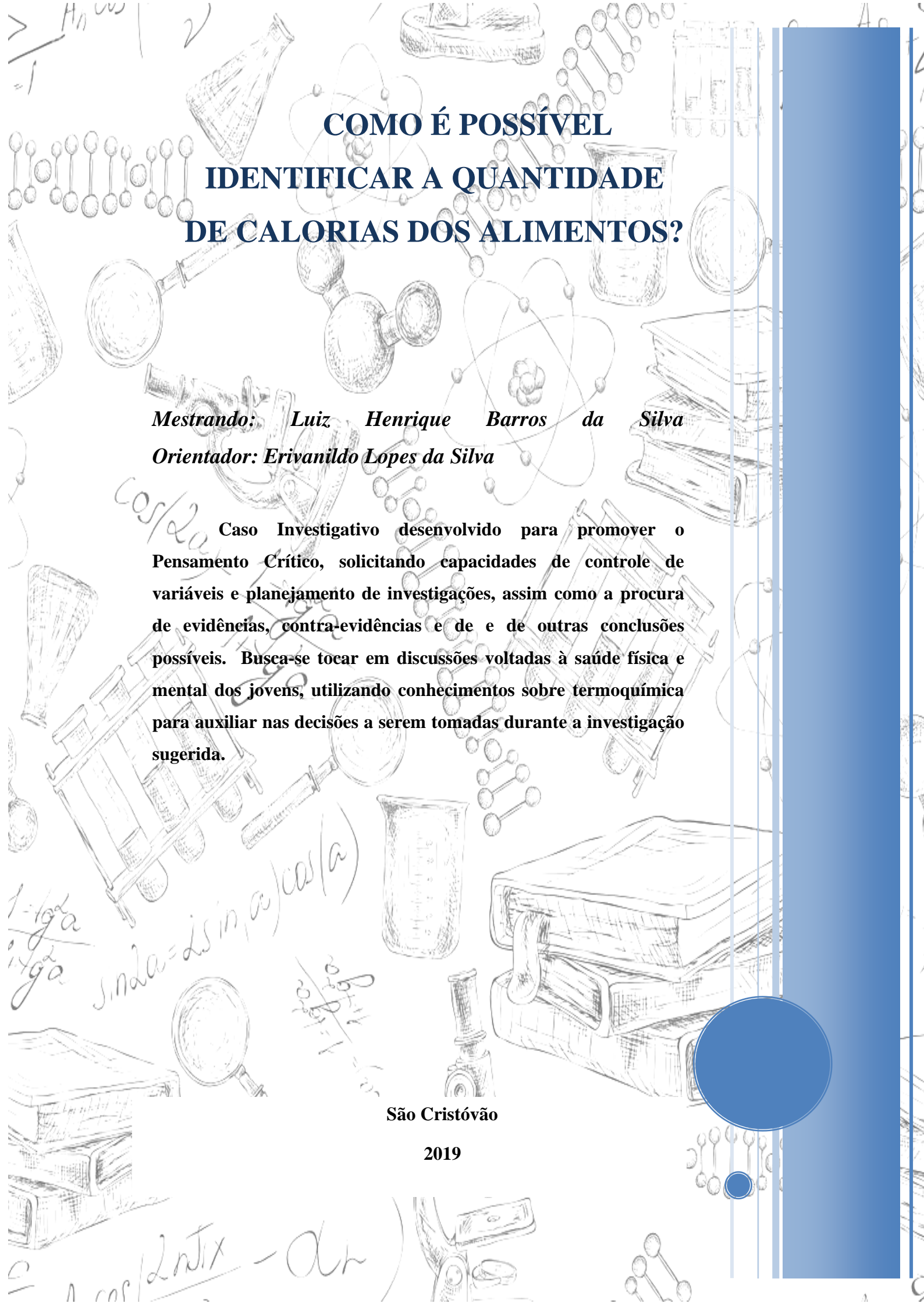
| º do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|------------|-------------------|-----------------------|--|
| | | | |

| | | | |
|---|--|---|---|
| | | | |
|  |  |  |  |

Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| º do teste | Mudaríamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|------------|-----------------------------------|--|---|
|------------|-----------------------------------|--|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |



COMO É POSSÍVEL IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE CALORIAS DOS ALIMENTOS?

Mestrando: Luiz Henrique Barros da Silva

Orientador: Erivanildo Lopes da Silva

Caso Investigativo desenvolvido para promover o Pensamento Crítico, solicitando capacidades de controle de variáveis e planejamento de investigações, assim como a procura de evidências, contra-evidências e de e de outras conclusões possíveis. Busca-se tocar em discussões voltadas à saúde física e mental dos jovens, utilizando conhecimentos sobre termoquímica para auxiliar nas decisões a serem tomadas durante a investigação sugerida.

São Cristóvão

2019

Como é possível identificar a quantidade de calorias dos alimentos?

Jorge é um jovem de 15 anos que enfrenta problemas com a balança. Seu Índice de Massa Corporal (IMC) é de 31, sendo considerado com obesidade grau I. Jorge já frequentou diversos nutricionistas e preza por manter uma dieta indicada por esses profissionais. Mesmo assim, sente dificuldade em diminuir o peso, impactando sua autoestima e provocando alguns problemas de saúde, como o cansaço excessivo.

Na escola, Jorge já passou por problemas associados a palavras agressivas relacionadas ao seu peso vindas de colegas. Em uma ocasião particular, Jorge precisou se ausentar da escola, pois se sentiu mal e teve uma crise de ansiedade. O garoto revelou que se sentia em constante conflito por seguir as orientações médicas e mesmo assim não



conseguir baixar seu peso. Jorge se sentia mal na escola, pois outros jovens zombavam dele, criando apelidos depreciativos sem saber que ele se dedicava fielmente durante anos a uma dieta, sem sucesso.

Em um determinado momento a mãe de Jorge começou a pensar que a causa para o peso do filho poderia estar atrelada a fatores biológicos e não a uma alimentação desequilibrada.

Sabendo que estava estudando as calorias dos alimentos na aula de Química, Jorge conversou com a Prof de Química, Cristiane, que conhecia sua história e seus desafios na escola. Cristiane ficou feliz em propor uma aula cujas calorias de alguns alimentos que Jorge ingeria seriam quantificadas, percebendo-se que sua alimentação era equilibrada e que outros fatores interferiam no seu peso.

Durante a aula de Química, a professora explicou as bases teóricas de um calorímetro e disponibilizou uma versão improvisada com **caixa de leite** deste equipamento. Forneceu também um **termômetro**, **palito de fósforo**, **vela** e **amostras de alimentos**. A professora desafia os alunos.

- O objetivo de vocês é descobrir quantas calorias tem nesses alimentos a partir do experimento e explicar qual quantidade de cada um seria indicada para uma alimentação saudável. Lembrem-se! Usem os conhecimentos discutidos na sala.

Anotações

Quadro 1: Informações sobre os testes

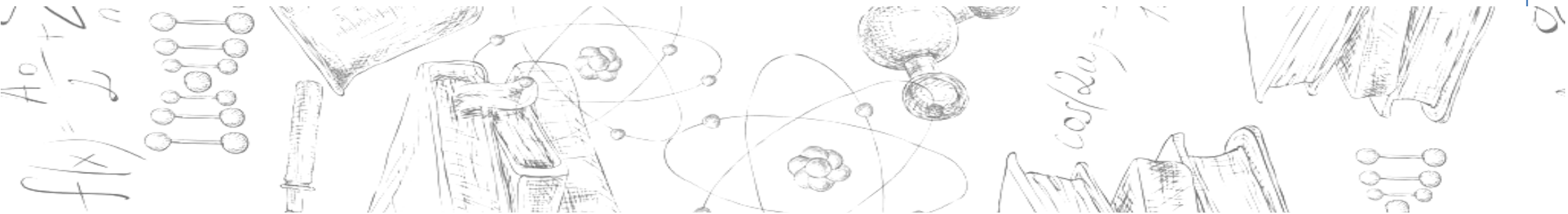
| º do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

| º do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|



Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| º do teste | Mudaríamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|-------------------|--|---|--|
|-------------------|--|---|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

APÊNDICE

II

COMO É POSSÍVEL ANALISAR O PH DOS ALIMENTOS?

Mestrando: Luiz Henrique Barros da Silva

Orientador: Erivanildo Lopes da Silva

Caso Investigativo desenvolvido para promover o Pensamento Crítico, solicitando capacidades de controle de variáveis e planejamento de investigações, assim como a procura de evidências, contra-evidências e de outras conclusões possíveis. Busca-se problematizar a crescente onda de dietas divulgadas na internet que propõem resultados rápidos e significativos, assim como propor uma investigação que leve aos alunos a conhecer melhor as propriedades ácidas e básicas de alguns alimentos na sua alimentação.

São Cristóvão

2019

CARO PROFESSOR,

Este material possui como objetivo promover o Pensamento Crítico dos estudantes, aqui não será descrita uma maneira única que deve ser seguida, ele foi desenvolvido para ser inserido no planejamento didático da forma que o professor achar mais pertinente. Busca-se com este breve comentário nortear o professor sobre as perspectivas que norteiam a construção desta atividade.

Sendo uma Atividade Investigativa, o material propõe um problema ao aluno e, no caso desta atividade, deverá ser resolvida experimentalmente. O problema da atividade será apresentado ao estudante por meio de um Caso Investigativo, este possui o objetivo de ampliar as possibilidades de discussão da atividade, podendo perpassar por conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, dependerá das dimensões que o professor queira explorar. O Caso Investigativo foi desenvolvido a partir da análise da realidade de uma escola pública da capital do estado de Sergipe, sendo assim, foi planejado para ser relevante para este contexto.



Por exemplo, é possível explorar a dimensão atitudinal quando se discute o comportamento de Laís de buscar informações sobre dieta e alimentação em um blog da internet com informações pouco precisas e de procedências duvidosa. É relevante discutir sobre a credibilidade de informações que circulam na internet e questionar o hábito de não analisar a origem da informação encontrada. As discussões se adequarão às necessidades formativas que o professor perceba em seus estudantes.

Na atividade mostrada logo a seguir, existem alguns alimentos que deverão ser entregues aos alunos para a realização da prática. Podem ser diversos tipos de alimentos, desde frutas até hortaliças. Podem ser utilizados limões, laranjas, tomates, leite, entre outros. Só é recomendável que sejam alimentos que possam ser cultivados em hortas artesanais e que possam possibilitar a visualização de alteração de cor no teste de pH com repolho roxo.

Objetiva-se com essa atividade promover o Pensamento Crítico, nos filiamos aos referenciais que concebem o Pensamento Crítico como um tipo de pensamento centrado na tomada de decisão. Dessa forma, busca-se



desenvolver a capacidade de decidir a partir da análise de argumentos, fugindo do senso comum.

As explicações acima são bastante resumidas a respeito dos referenciais que nortearam a construção desses materiais, sugerimos que o docente realize a leitura das referências abaixo deixadas para melhor compreender as perspectivas discutidas acima. Esperamos que o material seja útil e relevante para a prática docente consciente e frutífera!

QUERO SABER MAIS

- CARVALHO, A.M.P. Fundamentos Teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.
- FRANCISCO, W., BENITE, A.M.C. Casos Investigativos e o Ensino de cromatografia líquida de alta eficiência. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Anais...Águas de Lindóia: 2015.
- TENREIRO-VIEIRA, C., VIEIRA, R.M. Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. IX Congresso Internacional sobre Investigación en didáctica de las ciencias. Girona, 2013.

“Não se pode garantir que algo será um sucesso absoluto ou um fracasso retumbante. Há situações em que alguém vai com tudo, a despeito das evidências desfavoráveis, e consegue realizar seu intento. De todo modo, não é recomendável que as ações sejam empreendidas de modo impulsivo, pouco refletivo”

(Mário Sérgio Cortella, A sorte segue a coragem, p. 78)

MATERIAL DO ALUNO

COMO É POSSÍVEL ANALISAR O pH DOS ALIMENTOS?

Laís é uma garota de 16 anos que mora no agreste sergipano. Ela e seus pais cultivam alguns alimentos para consumo próprio em uma horta improvisada com garrafas PET. Certo dia, pesquisando sobre “dietas eficientes” na internet, a garota se depara com a informação de que alimentos que possuem características ácidas são mais interessantes para proporcionar a perda de peso.

Intrigada com isso, a garota começa a se questionar quais alimentos da horta da sua casa poderiam ser considerados ácidos para que ela pudesse incorporar em maior

quantidade na sua dieta. Em determinado momento, a garota se questiona se aumentar a ingestão de alimentos ácidos poderia acarretar em algum problema físico.

Motivada por essas dúvidas, ela levou o questionamento para a aula de química, pois tinha visto em algum momento as propriedades dos ácidos e bases. Laís, pergunta a professora:

- Professora, é ruim para a saúde comer mais alimentos ácidos? Eu li em um site da internet que comer demais alimentos ácidos era bom pra perder peso.

A professora explica a Laís que nosso estômago já possui substâncias ácidas que auxiliam na digestão dos alimentos, e que o aumento excessivo da ingestão de alimentos ácidos pode provocar episódios de azia ou até mesmo alguma agressão mais severa ao estômago.

Inquieta com a informação, uma vez que tinha visto na internet que a ingestão de muitos alimentos ácidos era saudável para o emagrecimento, Laís pergunta:

- Como posso fazer para identificar a acidez dos alimentos que estou comendo?

Buscando instigar a curiosidade na aula, a professora prepara uma atividade experimental para a aula seguinte:



- Na aula de hoje vou deixar a disposição de vocês alguns materiais para que vocês mesmos encontrem a resposta para a pergunta de Laís. Vocês terão **o extrato de repolho roxo e algumas amostras de alimentos**. Se você estava atenta as aulas de Química, saberá que o repolho roxo é um indicador natural ácido-base, ou seja, ele muda de cor dependendo da acidez ou basicidade do meio.

Supondo que você seja amigo de Laís, como você ajudaria a ela a responder o desafio da professora? Utilize a escala mostrada abaixo.



ANOTAÇÕES

| |
|--|
| |
|--|

Quadro 1: Informações sobre os testes realizados

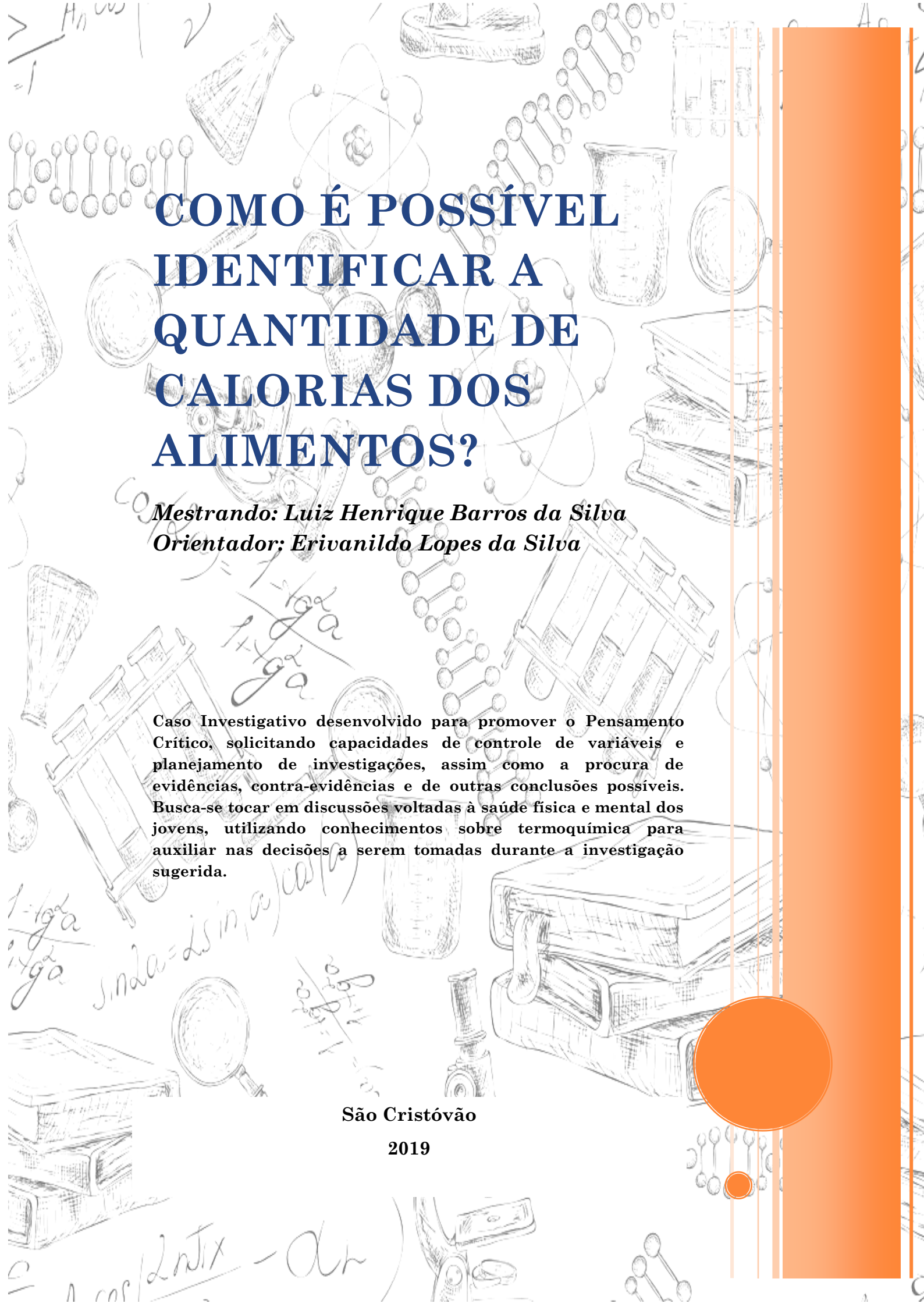
| Nº do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

| Nº do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|-------------|-------------------|-----------------------|--|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| Nº do teste | Mudaríamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|-------------|-----------------------------------|--|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |



COMO É POSSÍVEL IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE CALORIAS DOS ALIMENTOS?

Mestrando: Luiz Henrique Barros da Silva

Orientador: Erivanildo Lopes da Silva

Caso Investigativo desenvolvido para promover o Pensamento Crítico, solicitando capacidades de controle de variáveis e planejamento de investigações, assim como a procura de evidências, contra-evidências e de outras conclusões possíveis. Busca-se tocar em discussões voltadas à saúde física e mental dos jovens, utilizando conhecimentos sobre termoquímica para auxiliar nas decisões a serem tomadas durante a investigação sugerida.

São Cristóvão

2019

CARO PROFESSOR,

Este material possui como objetivo promover o Pensamento Crítico dos estudantes, aqui não será descrita uma maneira única que deve ser seguida, ele foi desenvolvido para ser inserido no planejamento didático da forma que o professor achar mais pertinente. Busca-se com este breve comentário nortear o professor sobre as perspectivas que norteiam a construção desta atividade.

Sendo uma Atividade Investigativa, o material propõe um problema ao aluno e, no caso desta atividade, deverá ser resolvida experimentalmente. O problema da atividade será apresentado ao estudante por meio de um Caso Investigativo, este possui



o objetivo de ampliar as possibilidades de discussão da atividade, podendo perpassar por conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, dependerá das dimensões que o professor queira explorar. O Caso Investigativo foi desenvolvido a partir da análise da realidade de uma escola pública da capital do estado de Sergipe, sendo assim, foi planejado para ser relevante para este contexto.

Por exemplo, é possível explorar a dimensão atitudinal quando se discute as situações que Jorge enfrenta, explorando a dimensão do impacto emocional que os jovens que sofrem *bullying* podem ser acometidos. Pode-se explorar a opinião dos alunos a respeito do papel individual que cada cidadão assume no enfrentamento do *bullying*. É frutífero discutir questões de responsabilidade emocional e até mesmo da química das emoções e da depressão.

Para resolver essa atividade os estudantes deverão ter alguns conhecimentos prévios, dessa forma é interessante que o professor analise a atividade e reflita sobre quais conceitos ainda precisão ser construídos com os estudantes. Conceitos de termoquímica serão importantes, como a noção de transferência de calor, reação exotérmica e calor de combustão.

Objetiva-se com essa atividade promover o Pensamento Crítico, nos filiamos aos referenciais que concebem o Pensamento Crítico como um tipo de pensamento centrado na tomada de decisão. Dessa forma, busca-se desenvolver a capacidade de decidir a partir da análise de argumentos, fugindo do senso comum.

As explicações acima são bastante resumidas a respeito dos referenciais que nortearam a construção desses materiais, sugerimos que o docente realize a leitura das referências abaixo deixadas para melhor compreender as perspectivas discutidas acima. Esperamos que o material seja útil e relevante para a prática docente consciente e frutífera!

QUERO SABER MAIS

- CARVALHO, A.M.P. Fundamentos Teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.
- FRANCISCO, W., BENITE, A.M.C. Casos Investigativos e o Ensino de cromatografia líquida de alta eficiência. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Anais...Águas de Lindóia: 2015.
- TENREIRO-VIEIRA, C., VIEIRA, R.M. Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. IX Congresso Internacional sobre Investigación en didáctica de las ciencias. Girona, 2013.

“Não se pode garantir que algo será um sucesso absoluto ou um fracasso retumbante. Há situações em que alguém vai com tudo, a despeito das evidências desfavoráveis, e consegue realizar seu intento. De todo modo, não é recomendável que as ações sejam empreendidas de modo impulsivo, pouco refletivo”

(Mário Sérgio Cortella, A sorte segue a coragem, p. 78)

MATERIAL DO ALUNO

COMO É POSSÍVEL IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE CALORIAS DOS ALIMENTOS?

Jorge é um jovem de 15 anos que enfrenta problemas com a balança, seu Índice de Massa Corporal (IMC) é de 31, sendo considerado com obesidade grau I. Jorge já freqüentou diversos nutricionistas e preza por manter uma dieta indicada por esses profissionais. Mesmo assim, sente dificuldade em diminuir o peso, isso impacta na sua autoestima e em alguns problemas de saúde, como o cansaço excessivo.

Na escola, Jorge já passou por problemas associados a palavras agressivas relacionadas ao seu peso vindas de colegas. Em uma ocasião particular, Jorge precisou se ausentar da escola, pois se sentiu mal e teve uma crise de ansiedade. O garoto revelou que se sentia em constante conflito por seguir as orientações médicas e mesmo assim não conseguir baixar seu peso. Jorge se sentia mal na escola, pois outros jovens zombavam dele, criando apelidos depreciativos sem saber que ele se dedicava fielmente durante anos a uma dieta, sem sucesso.



Em um determinado momento a mãe de Jorge começou a pensar que a causa para o peso do filho poderia estar atrelada a fatores biológicos e não a uma alimentação desequilibrada.

Sabendo que estava estudando as calorias dos alimentos na aula de Química, Jorge conversou com a Prof^a de Química, Cristiane, que conhecia sua história e seus desafios na escola. Cristiane resolveu propor uma aula onde as calorias de alguns alimentos que o garoto ingeria seriam quantificadas, percebendo-se que sua alimentação era equilibrada, e que outros fatores interferiam no seu peso.

Durante a aula de Química, a professora explicou as bases teóricas de um calorímetro e disponibilizou uma versão improvisada com **caixa de leite** deste equipamento. Forneceu também um **termômetro**, **palito de fósforo**, **vela** e **amostras de alimentos**. A professora desafia os alunos.

- O objetivo de vocês é descobrir quantas calorias tem nesses alimentos a partir do experimento, e explicar qual quantidade de cada um seria indicada para uma alimentação saudável. Lembrem-se! Usem os conhecimentos discutidos na sala.

Anotações

Quadro 1: Informações sobre os testes realizados

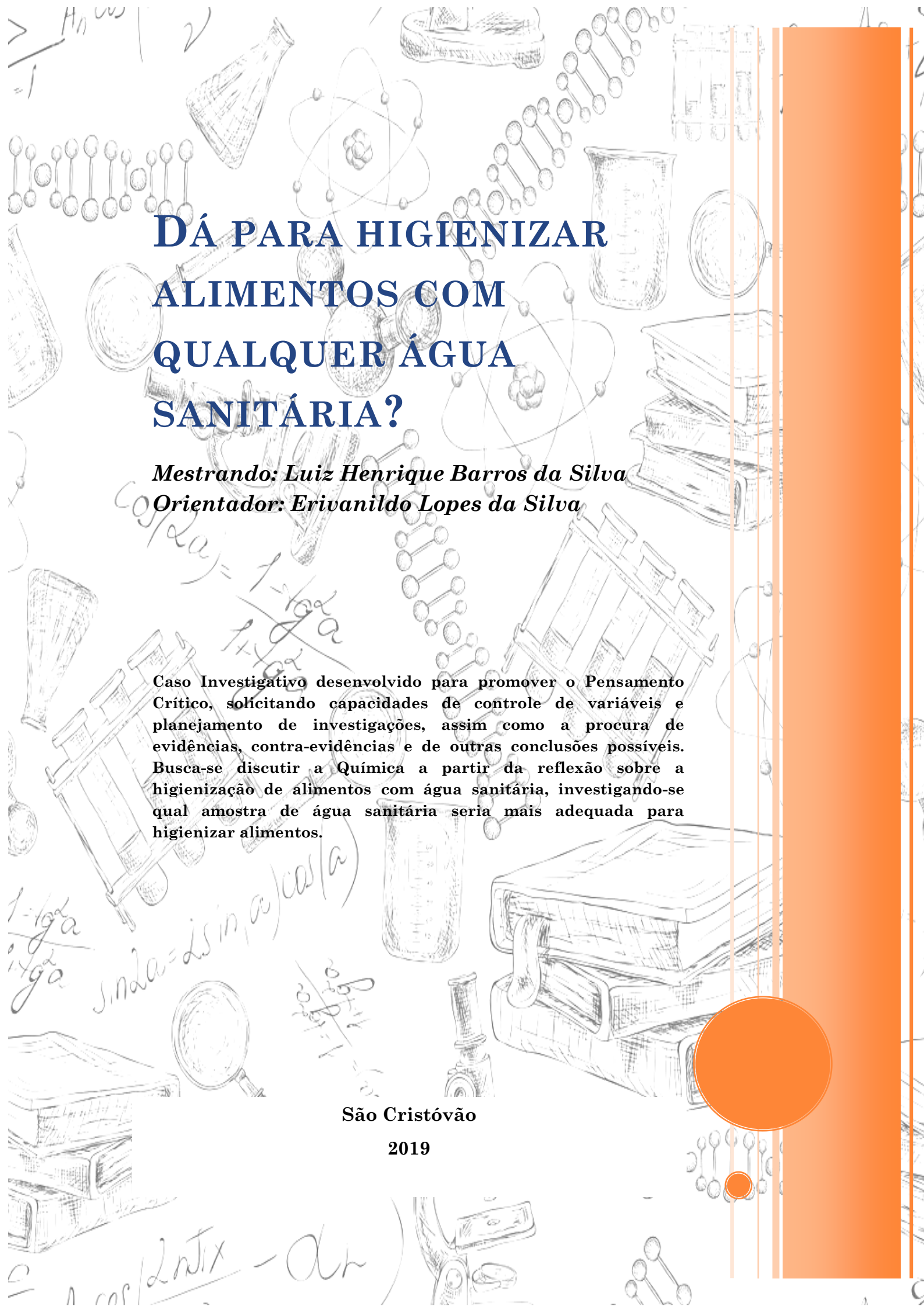
| Nº do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

| Nº do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|-------------|-------------------|-----------------------|--|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| Nº do teste | Mudaríamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|-------------|-----------------------------------|--|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |



DÁ PARA HIGIENIZAR ALIMENTOS COM QUALQUER ÁGUA SANITÁRIA?

Mestrando: Luiz Henrique Barros da Silva

Orientador: Erivanildo Lopes da Silva

Caso Investigativo desenvolvido para promover o Pensamento Crítico, solicitando capacidades de controle de variáveis e planejamento de investigações, assim como a procura de evidências, contra-evidências e de outras conclusões possíveis. Busca-se discutir a Química a partir da reflexão sobre a higienização de alimentos com água sanitária, investigando-se qual amostra de água sanitária seria mais adequada para higienizar alimentos.

São Cristóvão

2019

Caro professor,

Este material possui como objetivo promover o Pensamento Crítico dos estudantes, aqui não será descrita uma maneira única que deve ser seguida, ele foi desenvolvido para ser inserido no planejamento didático da forma que o professor achar mais pertinente. Busca-se com este breve comentário nortear o professor sobre as perspectivas que norteiam a construção desta atividade.

Sendo uma Atividade Investigativa, o material propõe um problema ao aluno e, no caso desta atividade, deverá ser resolvida experimentalmente. O problema da atividade será apresentado ao estudante por meio de um Caso Investigativo, este possui



o objetivo de ampliar as possibilidades de discussão da atividade, podendo perpassar por conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, dependerá das dimensões que o professor queira explorar. O Caso Investigativo foi desenvolvido a partir da análise da realidade de uma escola pública da capital do estado de Sergipe, sendo assim, foi planejado para ser relevante para este contexto.

Por exemplo, é possível explorar a dimensão atitudinal quando se discute o comportamento de Júlia em levantar indagações a partir da realidade, ainda é possível levantar discussões de gênero a respeito de Júlia ser uma garota interessada em ciência e a partir daí buscar outros conhecimentos sobre o papel das mulheres na ciência. As discussões se adequarão às necessidades formativas que o professor perceba em seus estudantes.

Objetiva-se com essa atividade promover o Pensamento Crítico, nos filiamos aos referenciais que concebem o Pensamento Crítico como um tipo de pensamento centrado na tomada de decisão. Dessa forma, busca-se desenvolver a capacidade de decidir a partir da análise de argumentos, fugindo do senso comum.

As explicações acima são bastante resumidas a respeito dos referenciais que nortearam a construção desses materiais, sugerimos que o docente realize a leitura das referências abaixo deixadas para melhor compreender as perspectivas



discutidas acima. Esperamos que o material seja útil e relevante para a prática docente consciente e frutífera!

QUERO SABER MAIS

- CARVALHO, A.M.P. Fundamentos Teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.
- FRANCISCO, W., BENITE, A.M.C. Casos Investigativos e o Ensino de cromatografia líquida de alta eficiência. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Anais...Águas de Lindóia: 2015.
- TENREIRO-VIEIRA, C., VIEIRA, R.M. Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. IX Congresso Internacional sobre Investigación en didáctica de las ciencias. Girona, 2013.

“Não se pode garantir que algo será um sucesso absoluto ou um fracasso retumbante. Há situações em que alguém vai com tudo, a despeito das evidências desfavoráveis, e consegue realizar seu intento. De todo modo, não é recomendável que as ações sejam empreendidas de modo impulsivo, pouco refletivo”

(Mário Sérgio Cortella, A sorte segue a coragem, p. 78)

MATERIAL DO ESTUDANTE

DÁ PARA LIMPAR FRUTAS E VERDURAS COM QUALQUER ÁGUA SANITÁRIA?

Júlia é uma garota bastante questionadora sobre as informações que são passadas a ela, certo dia, ajudando sua mãe na cozinha, questiona o por que lavar as folhas de alface com uma mistura preparada com água sanitária. A mãe dela explica que sempre prepara uma mistura usando um litro de água e uma colher de água sanitária para lavar as folhas da salada para que todas as bactérias sejam eliminadas.

Curiosa sobre o efeito da água sanitária na descontaminação de alimentos, Júlia pergunta a sua mãe:

- Eu posso usar qualquer água sanitária para higienizar os alimentos? Porque a senhora não colocou a água sanitária da embalagem direto nas folhas de alface?



Sua mãe responde: - Porque a água sanitária vem muito forte na embalagem, vai deixar a comida com cheiro de cloro!

Júlia, sempre questionadora, pergunta: - Cloro? Como assim? Não era água sanitária?

A mãe de Júlia responde, se esquivando de uma resposta: - Eu só sei que água sanitária tem cloro.

Com essa dúvida em mente, Júlia resolveu levar essas indagações para o professor de Química. Onde o mesmo explicou a ela que a água sanitária é uma solução de hipoclorito de sódio com concentração conhecida de cloro ativo. O cloro ativo é a quantidade de cloro na mistura que apresenta atividade bactericida.

Júlia continua com seus questionamentos: - É possível descobrir a quantidade de cloro ideal para higienizar alimentos?

O professor responde: - É sim Júlia, irei elaborar uma prática para que vocês investiguem a quantidade de cloro na água sanitária.

Na aula organizada pelo professor, Júlia encontrou três béqueres bastante semelhantes indicados com os rótulos “Água sanitária 1”, “Água sanitária 2” e “Água sanitária 3”. Existiam alguns outros materiais sobre as bancadas, eles estavam indicados como “Iodeto de potássio-KI”, “Vinagre” e “Amido”.

O professor explica que na presença de cloro e de íons iodeto o amido adquire uma coloração arroxeada. Fornecendo a informação de que a água sanitária ideal para higienização de alimentos deve ter concentração de cloro ativo próxima a 0,0010g/L, o professor desafia os alunos a encontrar qual das amostras apresenta uma concentração de cloro adequada para higienizar alimentos, utilizando os materiais disponibilizados e o quadro abaixo como parâmetro.

| PADRÕES DE CLORO | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | |
| CLORO RESIDUAL | 0,0024 | 0,0017 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0008 | 0,0006 |

Anotações

Quadro 1: Informações sobre os testes realizados

| Nº do teste | O que utilizamos? | Qual o objetivo? | O que foi observado no teste? |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

| Nº do teste | O que foi medido? | O que foi modificado? | A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que ... |
|-------------|-------------------|-----------------------|--|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Quadro 3: Quadro pós discussão com toda sala

| Nº do teste | Mudaríamos no teste executados... | As observações que vão de encontro com a conclusão tirada são... | A partir das discussões com toda a sala, também podemos concluir que... |
|-------------|-----------------------------------|--|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

